

SKRIPSI

ANALISA PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU TURBIN ANGIN VERTIKAL SUMBUH VERTIKAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH 0°, 35°, 65° DAN 95°



DISUSUN OLEH:

DIDIK AGUNG SEDAYU

15.11.016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2019

SKRIPSI

1

ANALISA PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH 0° , 35° , 65° DAN 95°

Disusun oleh:

Nama : Didik Agung Sedayu
Nim : 15.11.016
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

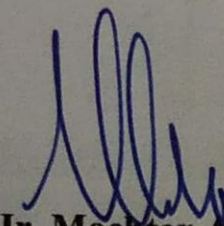


Sibut, ST., MT.

NIP. Y. 1030300379

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing


Ir. Mochtar Asroni., MSME

NIP. Y. 1018100036



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

INI (PERSERO) MALANG
ANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Didik Agung Sedayu
Nim : 15.11.016
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : **ANALISA PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU TURBIN ANGIN
SUMBU VERTIKAL DENGAN BERVARIASI SUDUT PENGARAH 0°,
35°, 65°, 95°**

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S1) pada:

Hari/Tanggal : Sabtu/02 Februari 2019

Dengan Nilai :

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

Sekretaris Jurusan Teknik Mesin S-1

Sibut, ST. MT.
NIP. Y. 1030300379

Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 195706011992021001

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Ir. Basuki Widodo, MT.
NIP. Y. 1018100037

Ir. Totok Sugiarto, MSME
NIP. Y. 1018200042



LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Didik A gung Sedayu

Nim : 1511016

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“ANALISIS PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH 0°,35°,65° DAN 95°”**. Adalah skripsi hasil karya saya sendiri bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau meniadur sebagai atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari sumber aslinya.

Malang Januari 2019

Yang membuat pernyataan



Didik Agung Sedayu

NIM.1511016

LEMBAR ASISTENSI

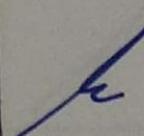
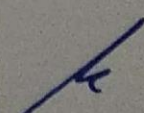
Nama : Didik Agung Sedayu

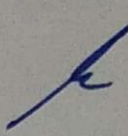
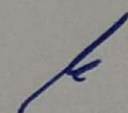
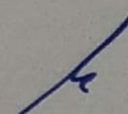
NIM : 15. 11. 016

Jurusan : Teknik Mesin S – 1

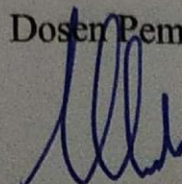
Judul Skripsi : ANALISA PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU
TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL

Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME

No	Tanggal	Asistensi	Paraf
1	4 Januari 2019	<ul style="list-style-type: none">- Memperbaiki BAB III Set – up Percobaan.<ul style="list-style-type: none">➤ Model kincir angin.➤ Komponen – komponen pada kincir angin.➤ Alat ukur yang digunakan.➤ Peroses pengelolah data.➤ Data – data hasil penelitian.➤ Perhitungan hasil pengolahan data.	
2	5 Januari 2019	<ul style="list-style-type: none">- Memperbaiki BAB IV Analisis Hasil Pengujian.<ul style="list-style-type: none">➤ Analisis hasil antara kecepatan angin dengan putaran poros.➤ Perbandingan antara sudut pengarah.	
3	7 Januari 2019	<ul style="list-style-type: none">- Memperbaiki perhitungan pada data hasil untuk diletakan	

		lampiran. - Memperbaiki lembaran persetujuan. - Berita acara ujian skripsi. - Lembar kenyataan ke aslian skripsi. - Lembar bimbingan skripsi. - Kata pengantar. - Daftar isi. - Daftar gambar. - Daftar tabel. - Daftar lampiran	
4	12 januari 2019	- Analisa grafik. - Tabel peneliti. - Desain turbin angin.	
5	21 januari 2019	- Gambar desain. - Grafik - Analisis	

Dosen Pembimbing



Ir. Mochtar Asroni, MSME

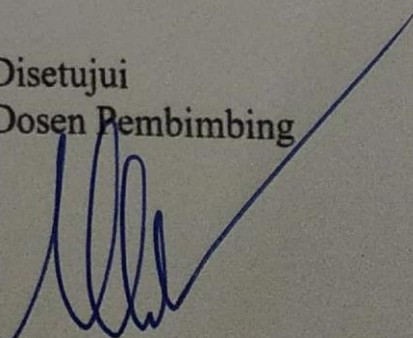
NIP. Y. 1018100036

LEMBARAN BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Didik Agung Sedayu
Nim : 15.11.016
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : ANALISA PENGGUNAAN NACA 4412 PADA SUDU
TURBIN SUMBU VERTIKAL DENGAN BERVARIASI
SUDUT PENGARAH 0° , 35° , 65° , 95°
Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni.,MSME

Tanggal Pengajuan Skripsi : 26 September 2018
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 28 Februari 2019
Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 86 (Delapan puluh enam)

Disetujui
Dosen Pembimbing


Ir. Mochtar Asroni.,MSME
NIP. Y. 1018100036

ABSTRACT

The wind turbine is a device that converts wind energy into mechanical energy and then converted into electrical energy through a generator. Horizontal axis wind turbines can increase the efficiency to get the maximum power coefficient. One was using the blade numerous. Maximum efficiency system will increase the number of watts (power) generated so as to obtain a certain number of watts by simply using the number of windmills less. The object of this research is the performance testing horizontal axis wind turbine with wind speed variation and variation in terms of the number of blade efficiency system () and Tip Speed Ratio (TSR). Research conducted with the wind coming from the source to the Wind Tunnel fan to direct wind. Wind speed is used there are three variations of the 3 m/s, 3.5 m/s, and 4 m/s and varying the amount of blade that is 3, 4, 5 and 6 blade. The results showed that the best values obtained at a maximum wind speed of 4 m / s and the number of blade 5 with a value of 3.07% , whereas smallest value obtained at wind speeds of 3 m/s and the number of blade 3 that the value of 0.05% . For TSR maximum value at a maximum speed of 4 m/s occurred in the number of blade 5 is equal to $\lambda = 2.11$, while the lowest value at wind speeds of 3 m/s resulting in blade number 3 is equal to $\lambda = 1.49$. Keywords: Wind turbines, Horizontal rotor, Efficiency system, Tip Speed Ratio and Wind Power.

SKRIPSI
ANALISA PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU TURBIN SUMBUH
VERTIKAL DENGAN BERVARIASI SUDUT PENGARAH 0°,35°,65° DAN
95°

Didik Agung Sedayu

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang
Jl.Raya Karanglo KM.2,Tasikmadu,Kec Lowokwaru,Kota Malang,Jawa Timur
65153

(0341)417636

Email:didikagungsedayu@gmail.com

ABSTRAT

Turbin angin merupakan suatu alat yang mampu mengubah energi angin menjadi energi mekanik dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui generator. Turbin angin poros horizontal ini dapat ditingkatkan efisiensinya untuk mendapat koefisien daya yang maksimal. Salah satunya dengan menggunakan sudu berjumlah banyak. Efisiensi sistem yang maksimal ini akan meningkatkan jumlah Watt (daya) yang dihasilkan sehingga untuk mendapatkan jumlah watt tertentu cukup dengan menggunakan jumlah kincir angin yang lebih sedikit.

Objek penelitian ini adalah pengujian performansi turbin angin poros horizontal dengan variasi kecepatan angin dan variasi jumlah blade ditinjau dari Efisiensi system () dan Tip Speed Ratio (TSR). Pengujian dilakukan dengan sumber angin berasal dari kipas angin dengan Wind Tunnel untuk mengarahkan angin.

Kecepatan angin yang digunakan terdapat tiga variasi yaitu 3 m/s, 3.5 m/s, dan 4 m/s serta variasi jumlah blade yaitu 3, 4, 5 dan 6 blade.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai terbaik diperoleh pada kecepatan angin maksimal 4 m/s dan jumlah blade 5 dengan nilai 3.07% sedangkan untuk nilai terkecil

diperoleh pada kecepatan angin 3 m/s dan jumlah blade 3 yaitu dengan nilai 0.05%. Untuk

nilai TSR maksimal pada kecepatan maksimal 4 m/s terjadi pada jumlah blade 5 yaitu sebesar $\lambda = 2.11$, sedangkan untuk nilai terendah pada kecepatan angin 3 m/s dihasilkan pada jumlah blade 3 yaitu sebesar $\lambda = 1.49$.

Kata kunci : Turbin angin, Poros horizontal. Efisiensi sistem, Tip Speed Ratio dan Daya Angin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan atas segala berkah dan rahmat-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **“ANALISIS PENGGUNAAN NACA 4418 PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL”**. Penulisan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT, Selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Dr. Ir. F yudi Limpraptono, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Sibut, ST, MT. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin ITN Malang.
4. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
5. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME. Selaku Ketua Bidang Ilmu Konversi Energi.
6. Bapak dan Ibu yang Selalu Memberikan Dukungannya Baik Secara Materil maupun Moril.
7. Pengelola PT. NEW ASIA INTERNATIONAL yang Telah Memberikan Izin Untuk Melakukan Pengambilan Data.
8. Segenap Karyawan Mesin ITN Malang, Serta Rekan-rekan yang Memberikan Bimbingan dan Bantuan Kepada Penyusun.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk masukan di masa mendatang.

DAFTAR ISI

LEMBARAN PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iv
LEMBAR ASISTENSI	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	1
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumus Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Dasar Angin.....	5
2.1.1 Pengertian Angin.....	5
2.1.2 Potensi Tenaga Angin	5
2.2 Daya Persedia.....	6
2.2.1 Daya Turbin Angin	7
2.2.2 efisiensi	7
2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal	7
2.3.1 Jenis-Jenis Turbin angin Sumbu Vertikal	10
2.4 karakteristik Aerodinamika Airfoil	10
2.4.1 Bentuk dan Bagian Airfoil	10
2.4.2 Jenis – jenis Naca Airfoil	12

2.4.3 Naca Sistem Empat Angka	17
BAB III SET – UP PERCOBAAN	
3.1 Model Kincir Angin Vertikal	19
3.2 Komponen – komponen Pada Kincir Angin	21
3.2.1 Sudu / Blade	22
3.2.2 Poros / Poros shaft.....	23
3.2.3 Lengan Turbin.....	23
3.2.4 Kaki Turbin / Kedudukan Turbin.....	24
3.2.5 Sistem Pengereman	25
3.3 Alat Ukur Yang Digunakan	25
3.3.1 Tachometer.....	25
3.3.2 Anemometer.....	26
3.3.3 Weiheng	27
3.4 Proses Pengambilan Data	28
3.4.1 Pengambilan Data Kecepatan Angin	28
3.4.2 Pengambilan Dataa Putaran Poros / Poros Shaft	29
3.4.3 Pengambilan Data Torsi.....	31
3.5 Data – Data Hasil Penelitian	32
3.6 Perhitungan Hasil Pengelolah Data.....	32
BAB IV ANALISIS HASIL PENGUJIAN	
4.1 Analisis Hubungan Antara Kecepatan Angin Dengan Putaran	
4.1.1 Pada $\alpha = 0^\circ$	34
4.1.2 Pada $\alpha = 35^\circ$	36
4.1.3 Pada $\alpha = 65^\circ$	38
4.1.4 Pada $\alpha = 95^\circ$	40
4.2 Perbandingan Antara Sudu Pengaruh.....	49
4.2.1 Perbedaan Sudu Pengarah $0^\circ, 35^\circ, 65^\circ, 95^\circ$ Aktual.....	49
4.2.2 Perbedaan Sudu Pengarah $0^\circ, 35^\circ, 65^\circ, 95^\circ$ Pmax	50
4.2.3 Perbedaan Sudu Pengarah $0^\circ, 35^\circ, 65^\circ, 95^\circ$ Ptot	50
4.3 Analisa Percepatan Keseluruhan.....	51
4.3.1 Pada $\alpha 0^\circ$	51
4.3.2 Pada $\alpha 35^\circ$	52

4.3.3 Pada 65°	53
4.3.4 Pada 95°	54

BAB V PENUTUP

KESIMPULAN	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Savonius	8
Gambar 2.2 Turbin Darrieus	9
Gambar 2.3 Turbin H-rotor	10
Gambar 2.4 Air Foil NACA 0012.....	11
Gambar 2.5 Air Foil Dengan Bagian – Bagian	11
Gambar 2.6 Naca 4 Digit	12
Gambar 2.7 Naca 5 Digit	13
Gambar 2.8 Naca 16 – 212.....	14
Gambar 2.9 Naca 6 Digit	14
Gambar 2.10 Naca 7 Dgit	15
Gambar 2.11 Naca 8 Digit	16
Gambar 2.12 Diagram alir.....	18
Gambar 2.13 Naca Seri Empat Digit	18
Gambar 3.1 Tampak samping	19
Gambar 3.2 Tampak atas.....	20
Gambar 3.3 Blade/Sudu	20
Gambar 3.4 Hydro foil Naca 4418.....	21
Gambar 3.5 Lebar dan panjang pada sudu	22
Gambar 3.6 Poros /Poros shaft.....	23
Gambar 3.7 Lengan turbin	23
Gambar 3.8 kaki turbin/kedudukan Turbin	23
Gambar 3.9 Sistem Pengereman	24
Gambar 3.10 Alat Tachometer	25
Gambar 3.11 Alat Anemometer	26
Gambar 3.12 Alat Weiheng.....	27

Gambar 3.13 Cara Pengambilan Torsi	27
BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN.....	42
Grafik 4.1 grafik Kecepatan angin dengan putaran poros.....	42
Grafik 4.1 grafik Kecepatan angin dengan putaran poros.....	43
Grafik 4.2 putaran poros dengan beban	44
Grafik 4.3 grafik kecepatan angin dengan putaran poros	45
Grafik 4.4 putaran dengan beban	45
Grafik 4.5 grafik kecepatan angin dengan putaran poros	46
Grafik 4.6 putaran poros dengan pembebanan.....	47
Grafik 4.7 grafik kecepatan angin dengan putaran poros	48
Grafik 4.8 Putaran poros dengan pembebanan	48
Grafik 4.9 penggabungan sudu antara $0^{\circ}, 35^{\circ}, 65^{\circ}, 95^{\circ}$ terhadap aktual.....	49
Grafik 4.10 penggabungan sudu antara $0^{\circ}, 35^{\circ}, 65^{\circ}, 95^{\circ}$ terhadap P_{max}	50
Grafik r 4.11 penggabungan sudu antara $0^{\circ}, 35^{\circ}, 65^{\circ}, 95^{\circ}$ terhadap P_{tot}	50
Grafik r 4.12 mengetahui P_{tot}, P_{max} dan Aktual 0°	51
Grafik 4.12 mengetahui P_{tot}, P_{max} dan Aktual 35°	52
Grafik r 4.12 mengetahui P_{tot}, P_{max} dan Aktual 65°	53
Grafik 4.12 mengetahui P_{tot}, P_{max} dan Aktual 95°	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Kecepatan Angin Pagi	29
Tabel 3.2 Putaran Poros	30
Tabel 3.3 Pembebanan	31
Tabel 3.4 Torsi	32
Tabel 3.5 Daya Totsi	32
Tabel 3.6 Kecepatan angin dengan Putaran Poros	34
Tabel 3.7 Putaran Poros dengan Pembebanan	35
Tabel 3.8 Kecepatan angin dan Putaran Poros	36
Tabel 3.9 Putaran Poros dengan Pembebanan	37
Tabel 3.10 Kecepatan angin dan Putaran Poros	38
Tabel 3.11 Putaran Poros dengan Pembebanan	39
Tabel 3.12 Kecepatan angin dan Putaran Poros	40
Tabel 3.13 Putaran Poros dengan Pembebanan	41
Tabel 3.14 Perbandingan sudut pengaruh pada aktual	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenaga listrik sebagai salah satu sistem energi mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Terlebih pada masa sekarang ini, muncul tantangan dan dimensi-dimensi baru yang dihadapi umat manusia sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan aspek- aspek kehidupan yang harus dipenuhi oleh pengadaan tenaga listrik semakin meningkat. Kebutuhan akan listrik sangatlah besar di daerah perkotaan maupun di pedesaan, sejalan dengan meningkatnya pembangunan kesejahteraan masyarakat, berbagai upaya telah dilakukan untuk penyediaan listrik sampai pada pelosok-pelosok desa. (Yuni, 2002) Di pulau Lombok sebagai salah satu wilayah negara Indonesia yang sedang giat melakukan pembangunan di berbagai bidang tentunya sangat membutuhkan energi listrik yang cukup besar. Sebagaimana yang diketahui bersama bahwa di pulau Lombok ini masih ada daerah-daerah yang belum terjangkau akan energi listrik. Melihat keadaan tersebut maka perlu adanya solusi alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di pedesaan khususnya yang jaringan aliran listriknya tidak dapat terjangkau oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Selain itu pada sisi lain telah terjadi krisis minyak, maka faktor penghematan dan penggunaan energi primer khususnya energi yang berasal dari minyak bumi untuk pembangkit energi listrik harus mendapat pemikiran serius. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) telah membawa kemajuan besar dalam kehidupan manusia baik di bidang kebudayaan maupun perubahan sosial, dimana penggunaan dari kemajuan teknologi tersebut diharapkan semakin mempermudah manusia dalam pencapaian tujuannya. Begitupun perkembangan IPTEK di bidang konversi energi dari bahan bakar fosil yang menyebabkan polusi terutama polusi udara (CO₂) yang tinggi dan jumlah persediaan di alam juga semakin menipis, menjadi energi terbarukan yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui kembali.yang terbanyak pada jalan raya terletak pada jalan tol

dikarenakan selain aliran angin alami, aliran produksi menyebabkan kelangkaan bahan bakar minyak dan gas, sehingga akan terjadi kenaikan harga. Pemerintah maupun swasta dihampir semua negara kemudian berpacu untuk membangkitkan energi dari sumber energi-energi baru dan terbarukan untuk menjaga ketahanan energi negara. Perubahan iklim yang mulai terlihat saat ini menuntut banyak pihak dalam penggunaan bahan bakar fosil, khususnya bahan bakar minyak dan gas yang sangat berperan sekali dalam pemanasan global. (Daryanto, 2007) Salah satu solusi energi terbarukan yang saat ini digunakan secara komersil di Indonesia diantaranya adalah energi air, panas bumi, bio energi, energi angin, sinar matahari dan masih banyak lagi energi terbarukan yang masih dalam pengembangan. Yang mana dalam pengembangan tentu terdapat beberapa kendala diantaranya dalam penggunaan tenaga air, ketersediaan lahan dan pasokan air, sedangkan untuk penggunaan energi panas bumi kendalanya adalah teknologi dan biaya eksplorasi yang besar serta harus pada daerah tertentu seperti daerah pegunungan berapi. Salah satu sumber energi terbarukan yang bisa digunakan dalam skala kecil, yang digunakan pada NACA 4418

dari penelitian yg tertera diatas menunjukan penelitian, penelitian ini dapat di jelaskan menggunakan NACA 4418 terhadap performa turbin vertikal yang telah dirancang apabila menggunakan variasi ukuran sudu 0° , 35° , 65° , dan 95° pada kecepatan angin rendah dan seberapa besar efisiensi yang di hasilkan oleh turbin vertikal yang menggunakan NACA 4418

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh sudu NACA 4418 terhadap performa turbin vertikal dengan derajat 0° , 35° , 65° dan 95°
2. Seberapa besar efisiensi yang di hasilkan oleh turbin vertikal yang menggunakan NACA 4418.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memberikan kejelasan tentang pokok bahasan dan agar pembahasan ini tidak menyimpang dari perumusan masalah semula, maka diberikan batas-batas masalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang digunakan adalah jenis turbin angin vertikal dengan menggunakan sudu Naca 4418.
2. Menggunakan aliran turbin Darrieus tipe H rotor yang di bangkitkan dari aliran angin.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian untuk menjelaskan sebagai berikut :

- 1 Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sudu jenis NACA 4418 terhadap kemiringan sudu turbin Darrieus tipe H rotor.
- 2 Untuk Mengetahui Seberapa besar torsi dan daya turbin yang di hasilkan oleh turbin Darrieus H rotor yang menggunakan sudu NACA 4418.

2.5 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian untuk menjelaskan sebagai berikut :

1. Memberikan informasi baru terhadap IPTEKS mengenai salah satu jenis sudu yang dapat mengoptimalkan kinerja turbin Darrieus tipe H rotor pada pembangkit listrik tenaga angin.
2. Pengembangan prototipe yang dapat mengoptimalkan kerja pembangkit listrik tenaga angin yang dapat dikembangkan lagi sehingga mengetahui jenis sudu yang optimal unjuk kerja pembangkit listrik tenaga angin diberbagai kondisi wilayah dan dapat dibuat standarisasi agar mempermudah perancangan atau pembuatan pembangkit listrik tenaga angin .
3. Meningkatkan kualitas hidup masyarakat Indonesia, khususnya yang tinggal di pedesaan atau daerah-daerah terpencil lainnya. Sehingga dapat meningkatkan sumber daya manusia (SDM) sehingga masyarakat mampu meningkatkan produktivitas hidupnya yang berdampak pada kemajuan ekonomi Indonesia secara keseluruhan.

2.6 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Studi literatur Metode ini bertujuan menambah pengetahuan dan wawasan untuk memperdalam pemahaman materi kajian secara khusus dengan mempelajari lebih dalam tentang turbin vertikal NACA 4418.
- 3 Survey lapangan Penulis melihat pengaruh sudu NACA 4418 terhadap performa turbin vertikal yang akan diuji.
4. Metode Eksperimen ini bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih akurat tentang kemiringan NACA 4418 .

1.7 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penyusunan skripsi ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Didalam Bab ini penulis akan menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian, metode penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Memberikan penjelasan tentang energi alternatif dan rumus, dari dasar teori diharapkan dapat melandasi penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menerangkan rancangan penelitian yang akan dilakukan untuk memperoleh data.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Merupakan uraian dari data yang berkaitan dengan hasil penelitian dan di bahas berdasarkan fakta dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Merupakan hasil ringkasan dari proses penelitian yang dilakukan, kesimpulan mencakup hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan tentang literatur –literatur yang digunakan dalam rumusan data-data hasil penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar Angin

2.1.1 Pengertian Angin

Angin merupakan udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi. Angin akan bergerak dari suatu daerah yang memiliki tekanan tinggi ke daerah yang memiliki tekanan yang lebih rendah. Angin yang bertiup di permukaan bumi ini terjadi akibat adanya perbedaan penerimaan radiasi surya, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara. Adanya perbedaan suhu tersebut menyebabkan perbedaan tekanan, dan akhirnya menimbulkan gerakan udara. Perubahan panas antara siang hari dan malam hari merupakan gaya gerak utama sistem angin harian, karena berbeda panas yang kuat antara udara di atas darat dan laut atau antara udara di atas tanah tinggi pegunungan dan tanah rendah lembah (M.Najib Habibie, 2011).

2.1.2 Potensi Tenaga Angin

Proses pemanfaatan energi angin dilakukan melalui dua tahap konversi energi, pertama aliran angin akan menggerakkan rotor (sudu) yang menyebabkan rotor berputar karena tertiup angin, kemudian putaran dari rotor dihubungkan dengan generator, dari generator inilah menghasilkan arus listrik. Jadi proses tahapan konversi energi bermula dari energi kinetik angin menjadi energi gerak rotor kemudian menjadi energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Rotor (sudu)

rotor turbin sangat bervariasi jenis-jenis, diameter rotor akan berbanding lurus dengan daya listrik. Semakin besar diameter semakin besar listrik yang dihasilkan, dilihat dari jumlah sudut rotor (sudu), sudut dengan jumlah sedikit berkisar antara 3 - 6 buah lebih banyak digunakan.

2. Kecepatan angin

kecepatan angin akan mempengaruhi kecepatan putaran rotor yang akan menggerakkan generator tersebut.

3. Jenis generator

Generator terbagi dalam beberapa karakteristik yang berbeda-beda, generator yang cocok untuk Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) ya itu generator yang dapat menghasilkan arus listrik pada putaran rendah.

Listrik yang dihasilkan dari Sistem Konversi Energi Angin akan bekerja dengan optimal pada siang hari dimana angin berhembus cukup kencang dibandingkan dengan pada malam hari, sedangkan penggunaan listrik biasanya akan meningkatkan pada waktu malam hari. Untuk mengantisipasi sistem ini sebaiknya tidak langsung digunakan untuk keperluan produk-produk elektronik. Terlebih dahulu arus listrik yang dari generator disimpan dalam satu media seperti baterai atau aki sehingga listrik yang keluar besarnya akan menjadi stabil dan bisa digunakan kapan saja (M.Najib Habibie, 2011).

2.2 Daya Tersedia

Penyaluran frekuensi kecepatan angin yang disajikan dalam bentuk histogram yang paling tinggi menunjukkan kecepatan angin yang paling sering terjadi tetapi bukan kecepatan angin rata-rata. Kecepatan angin rata-rata dapat diperhitungkan dengan persamaan:(agus muhamad arsad,2009).

$$\bar{U} = \frac{\sum_i t_i U_i}{\sum_i t_i}$$

Dimana:

\bar{U} = Kecepatan angin rata-rata (m/det)

U_i = Kecepatan angin pengukuran (m/det)

t_i = Waktu pengukuran (det)

Daya angin tersedia adalah potensi energi angin disuatu lokasi tertentu dan pemeriksaan dengan menggunakan faktor pola energi, K_E didefinisikan sebagai berikut.

$$K_E = \frac{\text{daya angin tersedia}}{\text{daya berdasarkan kecepatan rata - rata}}$$

Sehingga potensi energi angin di suatu lokasi adalah:

$$\frac{P_{\infty}}{A} = K_E \frac{1}{2} \rho \overline{U^3} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

Dimana:

P_{∞} = daya angin tersedia (W)

A = luas permukaan yang diekspose (m^2)

K_E = faktor pola energi

ρ = kerapatan massa udara (kg/m^3)

\bar{U} = Kecepatan angin rata-rata (m/det)

2.2.1 Daya Turbin Angin

Pada daya yang dihasilkan dari konversi oleh rotor turbin angin berbanding dengan pangkat tiga kecepatan angin. Daya yang dapat dihasilkan rotor adalah (agus muhamad arsad,2009).

$$P_t = \frac{1}{2} C_p \rho A' U^3$$

Dimana:

P_t = daya keluaran rotor turbin angin (Watt)

C_p = Koefisien daya turbin angin

ρ = Massa jenis udara (kg/m^3)

A' = luas sapuan rotor (m^2)

U = Kecepatan angin (m/det)

2.2.2 Efisiensi

Efisiensi turbin angin adalah perbandingan antara daya yang diserap oleh turbin angin terhadap daya angin yang tersedia. Persamaan untuk mendapatkan efisiensi maksimum turbin adalah sebagai berikut: (agus muhamad arsad,2009).

$$\eta = \frac{\text{daya angin tersedia}}{\text{daya berdasarkan kecepatan rata - rata}} \times 100\%$$

2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal

Turbin sumbu vertikal adalah turbin yang sumbu putarnya terhadaparah vertikal, yang menjadi objek penelitian ini memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi, mampu menggunakan

angin dari berbagai arah. Turbin angin poros vertikal ini memiliki kekurangan, yakni bila dibandingkan dengan turbin angin poros horizontal, turbin angin poros vertikal memiliki penurunan efisiensi (Azmain,2017).

2.3.1 Jenis-Jenis turbin angin vertikal

1. Turbin Savonius diciptakan oleh seorang insinyur Finlandia bernama Sigurd Johannes Savonius pada tahun 1929. Kincir TASV ini merupakan jenis yang paling sederhana dan menjadi versi besar dari anemometer. Kincir Savonius dapat berputar karena adanya gaya dorong dari angin, sehingga putaran rotorpun tidak akan melebihi kecepatan angin. Meskipun daya koefisien untuk jenis turbin angin bervariasi antara 30% sampai 45%, menurut banyak peneliti untuk jenis Savonius biasanya tidak lebih dari 25%. torsi yang dihasilkan tinggi meski dioperasikan pada kecepatan angin rendah dan tidak tergantung arah angin sehingga dapat dioperasikan dimana saja seperti gambar 2.1 (Hicary,2016).



Gambar 2.1 Turbin savonius

(Sumber: http://moderncities2012.blogspot.com/2012/07/turbin-angin-savonius_31.html)

2. Turbin angin Darrieus ditemukan oleh seorang insinyur perancis george jeans maria pada tahun 1931. mempunyai bilah sudu yang disusun dalam posisi simetri dengan sudut bilah diatur relatif terhadap poros. Pengaturan ini cukup efektif untuk menangkap berbagai arah

angin. Berbeda dengan Savonius, Darrieus memanfaatkan gaya angkat yang terjadi ketika angin bertiup. Bilah sudu turbin Darrieus bergerak berputar mengelilingi sumbu seperti pada gambar 2.2 (Untung,2016).



Gambar 2.2 Turbin darrius

(Sumber: <http://catatankecilanaknegeri.blogspot.com/2015/02/energi-angin-dan-turbin-angin-vertical.html>)

3. Tipe H–rotor ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini dikembangkan di inggris melalui penelitian yang dilakukan pada tahun 1970-1780. Bahwa mekanisme yang menggunakan pada pisau berbilah lurus (Straight-bladed) Darrieus TASV tidak diperlukan, ternyata bahwa efek hambatan yang menciptakan oleh sebuah pisau akan membatasi kecepatan aliran angin. Oleh karena itu H – rotor akan mengatur semua kecepatan angin untuk menncapai kecepatan putaran optimal (Tjukup, 2011).



Gambar 2.3 Turbin H-rotor

(Sumber: <https://turkish.alibaba.com/product-detail/1kw-vertical-axis-wind-turbine-kit-without-danger-to-birds-1721863252.html>)

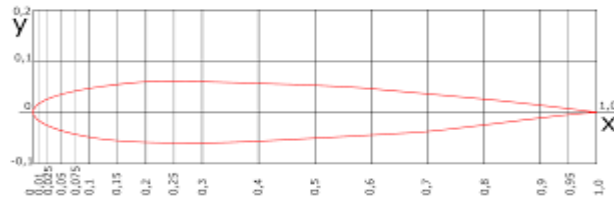
2.4 Karakteristik Aerodinamika Airfoil

Airfoil adalah salah satu bentuk bodi aerodinamika sederhana yang berguna untuk mendapat memberikan gaya angkat tertentu terhadap suatu bodi lain dan dengan bantuan penyelesaian matematis. Dimana penampang yang dapat menghasilkan gaya-gaya aerodinamika yang diharapkan adalah gaya angkat yang besar dan tahan yang sekecil mungkin (Mulyadi,2014).

2.4.1 Bentuk dan Bagian Airfoil

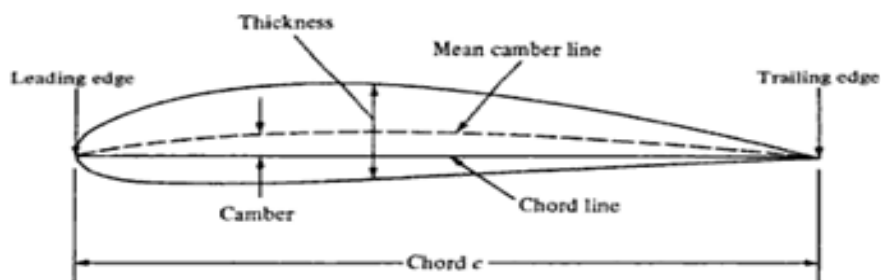
NACA airfoil adalah bentuk sayap pesawat terbang yang dikembangkan oleh komite penasihat nasional untuk aeronautika / National Advisory Committee for Aeronautik (NACA). Bentuk airfoil dijelaskan menggunakan serangkaian digit mengikuti kata NACA. Parameter dalam kode numerik dapat dimasukan dalam persamaan untuk mendapatkan penampang airfoil dan menghitung sifat-sifat dari airfoil itu sendiri. Adapun bentuk dari airfoil seperti pada gambar 2.1 dan bagian-bagian dari airfoil seperti pada gambar 2.2 (Sukamto,2012).

NACA 0012



Gambar 2.4 airfoil NACA 0012.

(Sumber : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NACA_0012_Demo.svg)



Gambar 2.5 airfoil dengan bagian-bagiannya.

(Sumber : <http://michael-suseno.blogspot.com/2011/09/airfoil.html>)

Keterangan gambar :

- *Leading edge* adalah titik paling depan pada mean camber line.
- *Trailing edge* adalah titik paling belakang pada mean camber line.
- *Mean camber line* adalah tempat kedudukan titik-titik antara permukaan atas dan bawah airfoil yang diukur tegak lurus terhadap mean camber line.
- *Camber* adalah jarak maksimum antara mean camber line dan garis chord line yang diukur tegak lurus terhadap garis chord line.
- *Thicknees* adalah jarak antara permukaan atas dan bawah yang diukur tegak lurus terhadap garis chord.
- *Chord* adalah jarak antara titik leading edge dan trailing edge

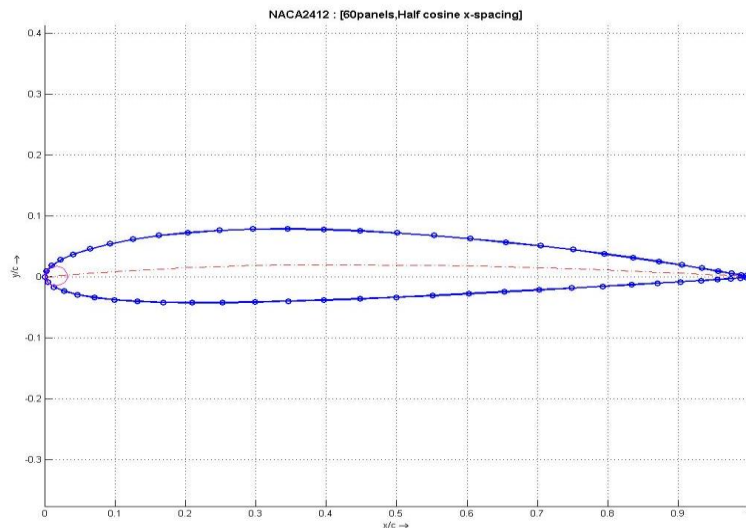
Jika Maen chamber line berhimpit dengan chord line, maka airfoil tersebut dikatakan tidak mempunyai chamber atau disebut sebagai airfoil simetris. (yudiansyah,2003)

2.4.2 Jenis-Jenis NACA Airfoil

1. NACA seri 4 digit

Pada tahun 1932, NACA melakukan pengujian ada beberapa bentuk airfoil yang dikenal dengan NACA seri 4 digit. Penyaluran kelengkungan dan ketebalan NACA seri empat ini diberikan berdasarkan suatu persamaan. Penyaluran ini tidak dipilih berdasarkan teori, tetapi menyusun dalam bentuk yang tepat berdasarkan pendekatan bentuk sayap yang efektif digunakan saat itu, seperti yang dikenal adalah airfoil Clark Y.

Pada NACA airfoil seri empat, digit pertama menyatakan persen maksimum chamber terhadap chord. Digit kedua menyatakan persepuluh posisi maksimum chamber pada chord dari leading edge. Sedangkan dua digit terakhir menyatakan persen ketebalan airfoil terhadap chord. Misalnya NACA 2412 memiliki maksimum chamber 0.02 terletak pada 0.4c dari leading edge dan memiliki ketebalan maksimum 12% chord atau 0.12c. Airfoil yang tidak memiliki kelengkungan, dimana chamber line dan chord berimpit disebut airfoil simetrik. Contohnya adalah NACA 0012 yang merupakan NACA airfoil simetrik dengan ketebalan maksimum 0.12c seperti gambar 2.3 tersebut. (Mulyadi,2014).



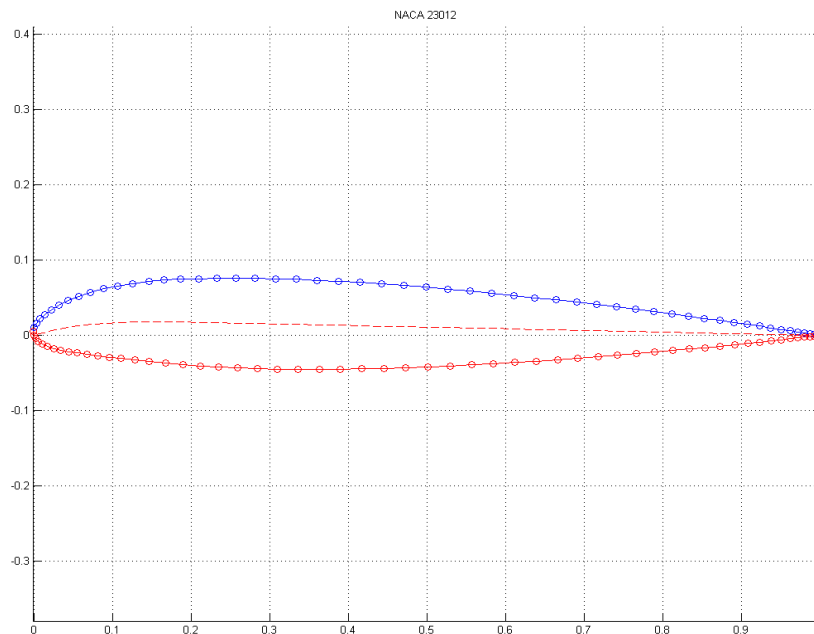
Gambar 2.6 NACA 4 digit

(sumber: <https://au.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/19915-naca-4-digit-airfoil-generator>)

2. NACA seri 5 digit

Pengembangan NACA airfoil 5 digit dilakukan pada sekitar tahun 1935 dengan menggunakan penyaluran ketebalan yang sama dengan seri empat digit. Garis kelengkungan rata-rata (mean chamber line) seri ini berbeda dibanding seri empat digit. Perubahan ini dilakukan dalam rangka menggeser maksimum chamber kedepan sehingga dapat meningkatkan CL max. Jika dibandingkan ketebalan (thickness) dan chamber, seri ini memiliki nilai CL max 0.1 hingga 0.2 lebih tinggi dibanding seri empat digit.

pada Sistem penomoran seri lima digit ini berbeda dengan seri empat digit. Pada seri ini, digit pertama dikalikan $\frac{3}{2}$ kemudian dibagi sepuluh memberikan nilai desain koefisien lift. Setengah dari dua digit berikutnya merupakan persen posisi maksimum chamber terhadap chord. Dua digit terakhir merupakan persen ketebalan/thickness terhadap chord. Contohnya, airfoil 23012 memiliki CL desain 0.3, posisi maksimum chamber pada 15% chord dari leading edge dan ketebalan atau thickness sebesar 12% chord menunjukan pada gambar 2.4. (Mulyadi,2014).



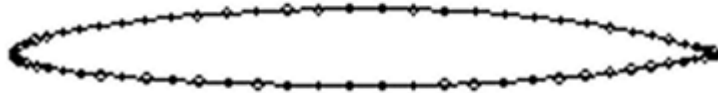
Gambar 2.7 NACA 5 digit

(sumber: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/23241-naca-5-digit-airfoil-generator>)

3. NACA Seri-1 (Seri 16)

Airfoil NACA seri 1 yang dikembangkan pada sekitar tahun 1939, merupakan seri pertama yang dikembangkan berdasarkan perhitungan teoritis. Airfoil seri 1 ini yang paling umum menggunakan memiliki lokasi tekanan minimum di 0.6 chord, dan kemudian dikenal sebagai airfoil seri-16. Chamber line airfoil ini didesain untuk menghasilkan perbedaan tekanan sepanjang chord yang seragam.

Peroses airfoil seri 1 ini menggunakan lima angka. Misalnya NACA 16-212. Digit pertama menunjukkan seri 1. Digit kedua menunjukkan persepuluh posisi tekanan minimum terhadap chord. Angka dibelakang tanda hubung: angka pertama merupakan persepuluh desain CL dan dua angka terakhir menunjukkan persen maksimum thickness terhadap chord. Jadi NACA 16-212 artinya airfoil seri 1 dengan lokasi tekanan minimum di 0.6 chord dari leading edge, dengan desain CL 0.2 dan thickness maksimum 0.12 pada gambar 2.5. (Mulyadi,2014).



Gambar 2.8 NACA 16-212

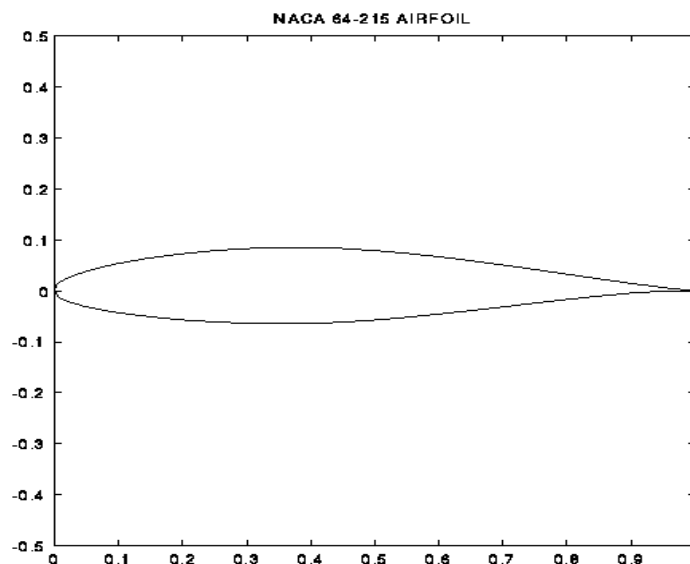
(Sumber: <http://petersirami.blogspot.com/2011/02/klasifikasi-airfoil.html>)

4. NACA Seri 6

Airfoil NACA seri 6 didesain untuk memperoleh kombinasi drag, kompresibilita, dan performal CL max yang sesuai keinginan. Beberapa persyaratan ini saling kontradiktif satu dengan lainnya, sehingga tujuan utama ini desain airfoil adalah mendapatkan drag sekecil mungkin. Geometri seri 6 ini diturunkan dengan menggunakan metode teoritik yang telah

dikembangkan dengan menggunakan matematika lanjut guna mendapatkan bentuk geometri yang dapat menghasilkan distribusi tekanan sesuai keinginan tersebut. Tujuan pendekatan ini desain adalah memperoleh kombinasi thickness dan chamber yang dapat memaksimalkan daerah aliran laminar. Dengan demikian maka drag pada daerah CL rendah bisa dapat dikurangi.

Aturan penamaan seri 6 ini cukup membingungkan dibanding seri lain, diantaranya karena adanya banyak perbedaan variasi yang ada. Misalnya yang umum digunakan NACA 641212, $a=0.6$. Angka 6 di digit pertama menunjukkan seri 6 dan menyatakan family ini didesain untuk aliran laminar yang lebih besar dibanding seri 4 digit maupun 5 digit. Angka 4 menunjukkan lokasi tekanan minimum dalam persepuluh terhadap chord ($0.4c$). Subskrip 1 mengindikasikan bahwa range drag minimum dicapai pada 0.1 di atas dan di bawah CL design yaitu 2 dilihat angka 2 setelah tanda hubung. Dua angka terakhir merupakan persen thickness terhadap chord, yaitu 12% atau 0.12. Sedangkan $a=$ __ mengindikasikan persen chord airfoil dimana distribusi tekanannya seragam, dalam contoh ini adalah 60 % chord seperti pada gambar 2.6. (Mulyadi,2014).

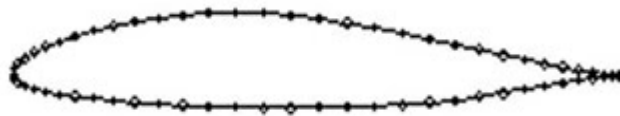


Gambar 2.9 NACA 6 digit

(Sumber: <http://www.aerospaceweb.org/question/airfoils/q0066.shtml>)

5. NACA Seri 7

Airfoil NACA Seri 7 merupakan usaha lebih lanjut untuk memaksimalkan daerah aliran laminar diatas suatu airfoil dengan perbedaan lokasi tekanan minimum dipermukaan atas dan bawah. Misalnya adalah NACA 747A315. Angka 7 menunjukkan seri. Angka 4 menunjukkan lokasi tekanan minimum di permukaan atas dalam persepuluh (yaitu $0.4c$) dan angka 7 pada digit ketiga menunjukkan lokasi tekanan minimum di permukaan bawah airfoil dalam persepuluh ($0.7c$). A, sebuah huruf pada digit keempat, menunjukkan suatu format distribusi ketebalan dan mean line yang standardisasinya dari NACA seri awal. Angka 3 pada digit kelima menunjukkan CL desain dalam persepuluh (yaitu 0.3) dan dua angka terakhir menunjukkan persen ketebalan maksimum terhadap chord, yaitu 15% atau 0.15 seperti gambar 2.7. (Mulyadi,2014).

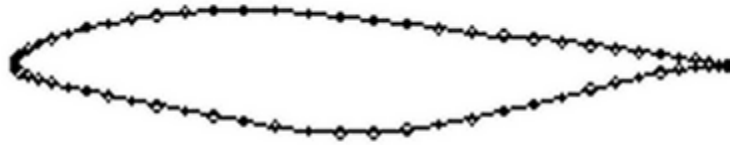


Gambar 2.10 NACA 7 digit

(Sumber: <http://petersirami.blogspot.com/2011/02/klasifikasi-airfoil.html>)

6. NACA Seri 8

Airfoil NACA seri 8 didesain untuk penerbangan dengan kecepatan supercritical. Seperti hal ini seri sebelumnya, didesain dengan tujuan memaksimalkan daerah aliran laminar di permukaan atas permukaan bawah secara independen. Sistem penamaannya sama dengan seri 7, hanya saja digit pertamanya adalah angka 8 yang menunjukkan serinya. Contohnya adalah NACA 835A216 adalah airfoil NACA seri 8 dengan lokasi tekanan minimum di permukaan atas ada pada $0.3c$, lokasi tekanan minimum di permukaan bawah ada pada $0.5c$, memiliki CL desain 2 dan ketebalan atau thickness maksimum $0.16c$ seperti gambar 2.8 dibawah ini (Mulyadi,2014).



Gambar 2.11 NACA 8 digit

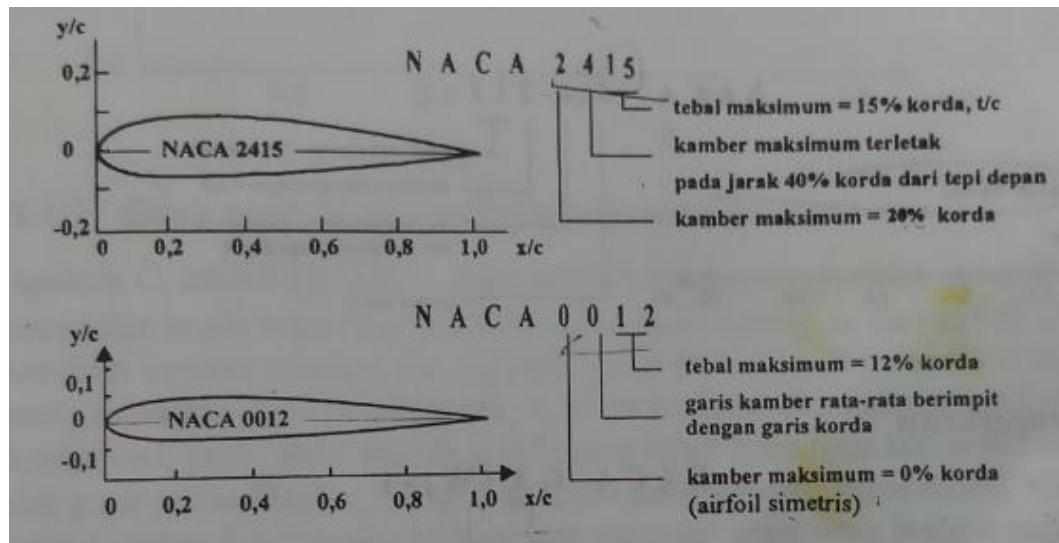
(Sumber: <http://www.aerospaceweb.org/question/airfoils/q0041.shtml>)

2.4.3 NACA Sistem Empat Angka

Tanda airfoil yang dikeluarkan oleh National Advisory Committee for Aeronautics (NACA). Disini angka-angka menunjukkan sekaligus data-data airfoil. Adapun angka-angka yang menyertai airfoil menjelaskan sebagai berikut:

- Angka pertama menunjukan *chamber* maksimum dan dinyatakan dalam persen dari panjang tali busur (*chord*)
- Angka kedua menunjukan letak *chamber* maksimum dari *leading edge* dan dinyatakan dalam persepuluh panjang tali busur (*chord*).
- Dua angka terakhir menyatakan tebal *airfoil*, dan dinyatakan dalam persen panjang tali busur (*chord*).

Berdasarkan bentuk serial number dari NACA tersebut, maka untuk airfoil simetris dua angka pertama adalah sama dengan nol, karena bentuk dari airfoil simetris tersebut tidak berchamber, dalam artian harga chamber-nya selalu nol. Misalnya airfoil NACA 0012 memiliki chamber maksimum 0% terletak di 0% (0,0 chord) dari leading edge dengan ketebalan maksimum 12% dari chord tersebut. Yang mana berarti NACA 0012 tidak mempunyai chamber sehingga berhempit dengan chord line maka NACA 0012 termasuk airfoil simetris. (yudiansyah,2003)

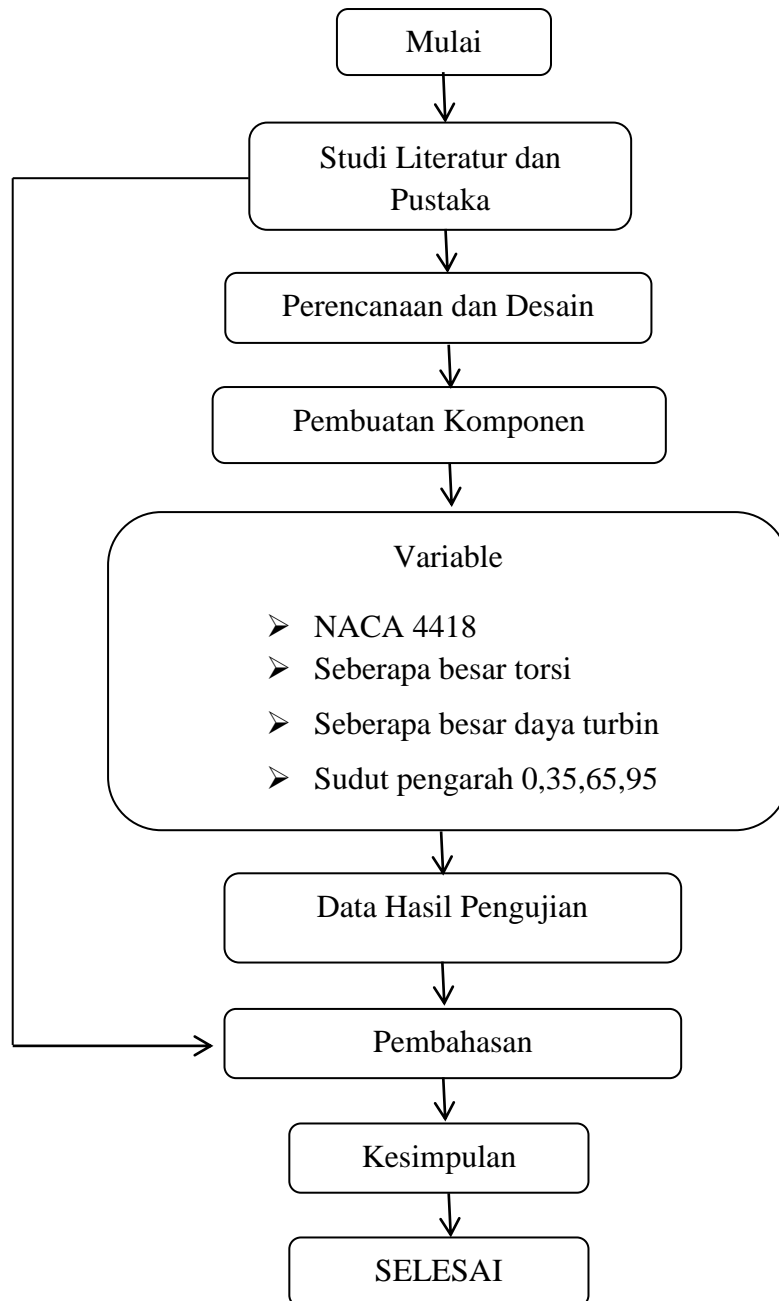


Gambar 2.12 NACA seri empat digit

(Sumber : Wiranto arismunandar, pengantar turbin gas dan motor propulsi, 2002 :
Hal 81)

BAB III
SET – UP PERCOBAAN

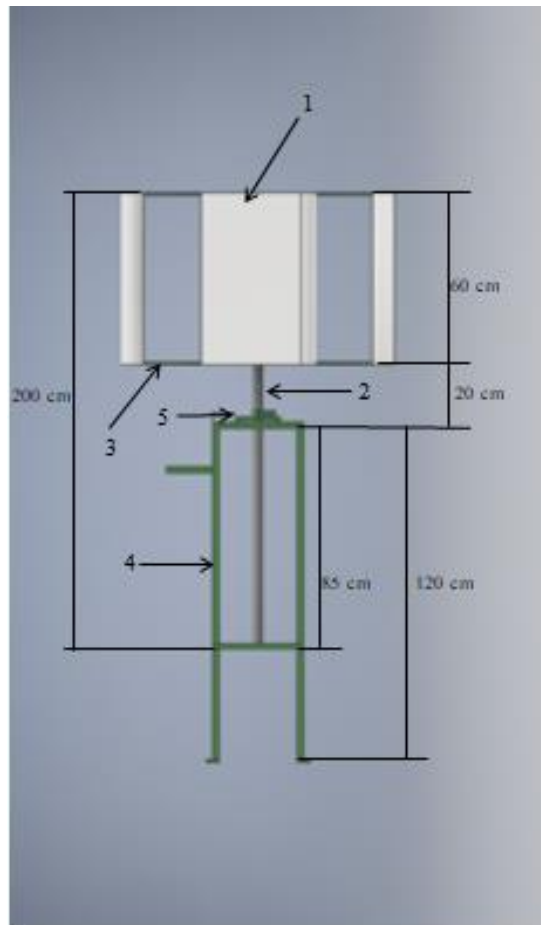
3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir.
(Sumber : Data Penelitian)

3.3.1 Model Kincir Angin Vertikal

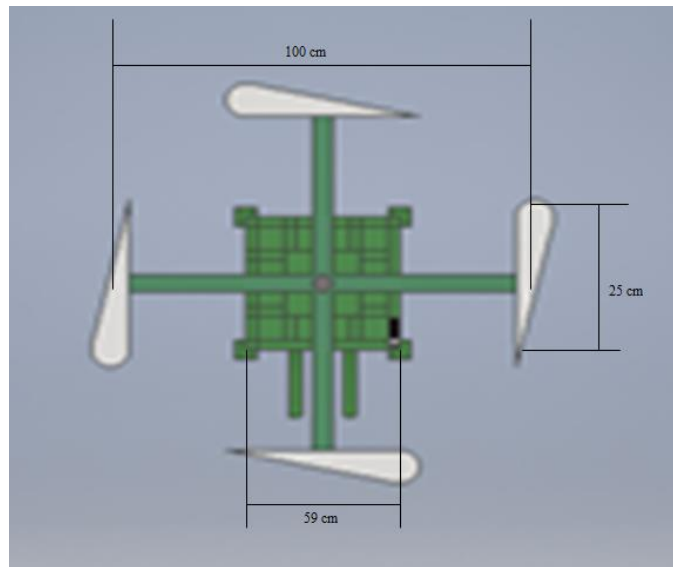
3.1 MODEL KINCIR ANGIN VERTIKAL



Gambar 3.1 Perancangan turbin angin darrieus tipe H – rotor tampak samping.

(Sumber : Data Penelitian)

3.2 Gambar tampak atas



Gambar 3.2 Perancangan turbin angin Perancangan turbin angin darrieus tipe H – rotor tampak atas.

(Sumber : Data Penelitian)

Keterangan :

1. Sudu / Blade
2. Poros / poros shaft
3. Lengan Turbin
4. Kaki – Kaki Turbin / Kedudukan Turbin
5. Brake Sistem / Sistem Pengereman

3.2 Komponen – Komponen Pada Kincir Angin

3.2.1 Sudu / Blade



Gambar 3.2 sudu / blade.

(Sumber: Data penelitian)

Sudu atau blade terbuat dari bahan baku kayu sengon yang akan dibentuk menjadi sebuah desain yang sesuai bentuk dan ukuran yang tercatum. Desain yang sudah jadi akan dilapisi oleh plat besi tipis atau seng, untuk menyatukan kayu dengan plat seng menggunakan paku.

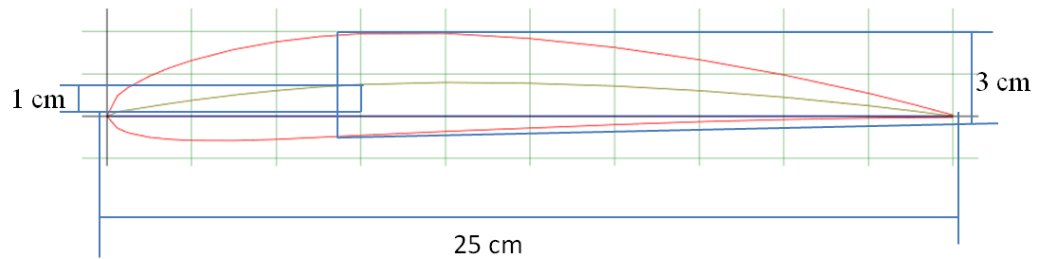
NACA 4418

NACA 4418 merupakan NACA sistem empat angka dimana penomoran NACA mempengaruhi bentuk dari suatu NACA. Pada gambar menunjukkan bentuk sudu NACA 4418 seperti berikut:

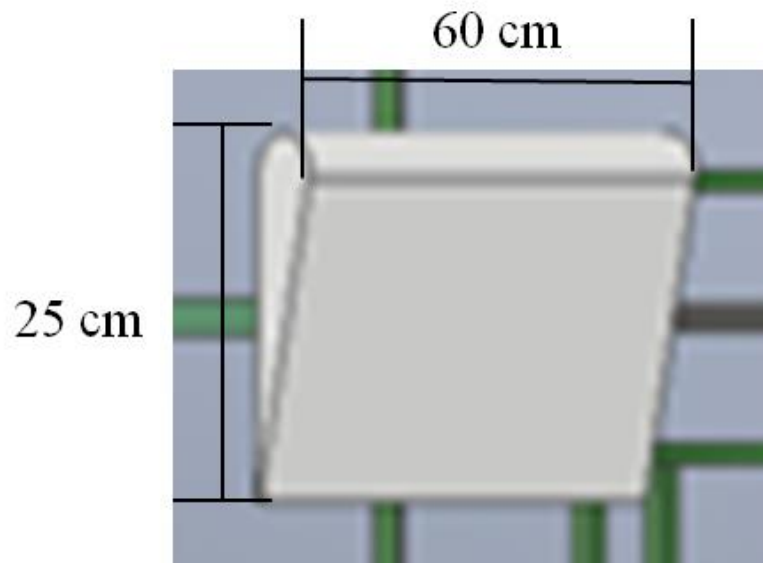
- Angka 4 menunjukkan *chamber* maksimum dan dinyatakan dalam persen dari panjang tali busur (*chord*).
- Angka 4 menunjukkan letak *chamber* maksimum dari *leading edge* dan dinyatakan dalam persepuluh panjang tali busur (*chord*).
- 12 menyatakan tebal *airfoil*, dan dinyatakan dalam persen panjang tali busur (*chord*)

Jadi, menyatakan tebal *airfoil* NACA 4412 memiliki *chamber* maksimum 4% terletak 4% (0,0 *chord*) dari *leading edge* dengan ketebalan maksimum 12% dari *chord* tersebut sehingga dihasilkan bentuk sudu NACA seperti gambar di bawah ini.

3.2.1 SUDU/BLADE



Gambar 6 Hydrofoil NACA 4412



Gambar 3. Lebar dan panjang pada sudu

Sumber: dokumen pribadi

3.2.2 Poros / Poros Shaft



Gambar 3.3 poros / poros shaft.

(Sumber: Data penelitian)

Poros atau Poros shaft terbuat dari bahan baku besi beton yang diameternya 3 cm atau 30 mm, Panjang poros tersebut 2 m atau 200 cm.

3.2.3 Lengan Turbin



Gambar 3.4 Lengan Turbin.

(Sumber: Data penelitian)

Lengan turbin terbuat dari besi hollow ukuran 2x4 dengan dipotong masing – masing panjang 50 cm sebanyak 4 kali, setelah itu disambungkan berbentuk angka tambah atau menyilang dan ditengah diberi pipa lalu di bor bagian lengannya buat kedudukan pengunci atau merapatkan, pipa tersebut berfungsi sebagai memasukan dan mengeluarkan dari poros / poros shaft menyambungkan menggunakan eletroda (las listrik).

3.2.4 Kaki Turbin / Kedudukan Turbin



Gambar 3.5 Kaki Turbin / Kedudukan Turbin.

(Sumber: Data penelitian)

Kaki turbin atau kedudukan turbin terbuat dari besi hollow ukuran 5x5 dengan dipotong masing – masing panjang ukuran 120 cm sebanyak 4 kali, dan panjang ukuran 59 cm sebanyak 13 kali menyambungkan menggunakan eletroda (las listrik) setelah sudah di rakit atau desain lalu besi ukuran 59 cm salah satu bagian atas tengah dan di bagian bawa tengah di bor untuk membikin kedudukan bearing atau kelaker berfungsi sebagai kedudukan poros atau poros shaft.

3.2.5 Sistem Pengereman



Gambar 3.6 Sistem Pengereman.

(Sumber: Data penelitian)

Sistem pengereman bahan bahan terdiri dari alat weiheng, besi beton ukuran diameter 5 mm dan panjang besi beton 65 cm, kawat, besi pipa berdiameter 3 cm, dan kampas rem dan juga baut dan mur buat penguncinya dan di bentuk seperti pada gambar

3.3 Alat Ukur Yang Digunakan

3.3.1 Tachometer

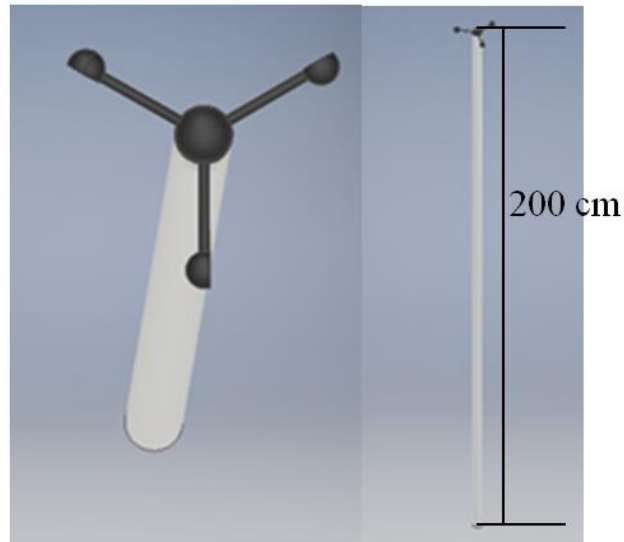


Gambar 3.7 Alat Tachometer.

(Sumber: Data penelitian)

Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat ukur sebuah poros shaft yang mengukur putaran permenit (RPM). Setiap batang tersebut berputar maka photosensor akan mendeteksi jumlah stipe yang melewati kemudian akan menghasilkan output.

3.3.2 Anemometer

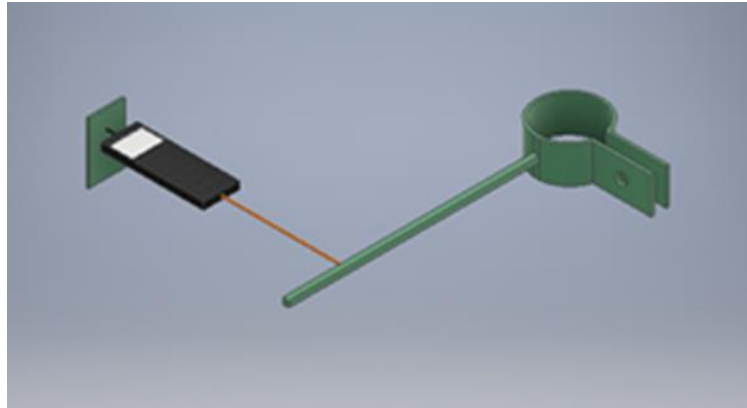


Gambar 3.8 alat anemometer.

(Sumber: Data penelitian)

Anemometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan arah angin dengan satuan m/s. Anemometer harus diletakkan pada tempat terbuka. Pada saat tertiup angin, maka baling – baling atau mangkuk yang terdapat pada anemometer akan bergerak sesuai arah mata angin. Semakin besar kecepatan angin meniup, maka semakin cepat pula perputaran dari baling – baling

3.3.3 ALAT UKUR DAYA



Gambar 3.9 alat weiheng.

(Sumber: Data penelitian)

Weiheng adalah timbangan digital gantung yang berfungsi untuk mengukur beban dengan satuan kilogram atau gram. Cara kerja Weiheng dengan cara menggantung timbangan di posisikan horizontal atau vertikal.

3.4.1 Pengambilan Data Kecepatan Angin

Langkah – langkah pengambilan data kecepatan angin:

1. Pertama – tama persiapkan alat yang akan digunakan
2. Alat anemometer ini didekatkan di kincir angin agar mendapatkan hasil data yang diinginkan
3. Hubungkan anemometer pada laptop untuk pengambilan data
4. Data yang didapat dari anemometer akan muncul atau diletop waktu pengambilan data kecepatan angin adalah setiap 15 menit sekali
5. Data setiap variasi kemiringan sudut kincir angin yaitu pada sudut 0^0 , 35^0 , 65^0 , dan 95

3.4 Proses Pengambilan Data

Penjelasan:

1. Pertama – tama persiapkan alat yang akan digunakan.
2. Alat anemometer ini didekatkan di kincir angin agar mendapatkan hasil data yang diinginkan
3. Hubungkan anemometer pada laptop untuk pengambilan data
4. Data yang didapat dari anemometer akan muncul atau diletop waktu pengambilan data kecepatan angin adalah setiap 15 menit sekali.

5. Data setiap variasi kemiringan sudut kincir angin yaitu pada sudut 0^0 , 35^0 , 65^0 , dan 95^0 .

Tabel 3.1 Kecepatan Angin

sudut pengarah (derajat)	waktu pengambilan data (s)	kecepatan angin (m/s)
0	7200	2,58
		2,61
		2,87
		2,94
		3,13
		3,22
		3,36
		3,78
35	7200	3,37
		3,84
		4,08
		4,18
		4,26
		4,79
		4,95
		5,38
65	7200	3,42
		3,59
		3,68
		3,72
		4,38
		4,49
		4,74
		5,06
95	7200	3,49
		3,62
		3,69
		3,74
		3,81
		3,86
		4,11
		4,87

3.4.2 Pengambilan Data Putaran Poros

Penjelasan:

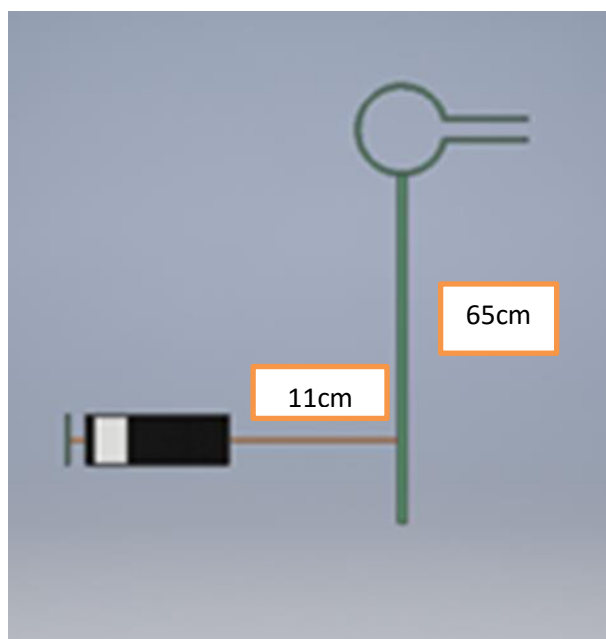
1. Pertama – tama siapkan alat – alat yang akan digunakan
2. Setelah itu periksa alat tersebut pastikan alat itu kondisi stabil
3. Pastikan poros diberikan stiker kecil, berguna untuk membaca putaran pada alat tachometer
4. Pada saat poros berputar dan menentukan waktu yang sudah di tentukan
5. Pada saat waktu sudah ditentukan memulai lah pengambilan data
6. Alat tachometer diarahkan ke posisi poros yang berputar
7. Kanan ditekan akan muncul lampu merah atau laser diarahkan stiker yang di tempelkan pada poros tersebut
8. Dan muncul angka – angka atau data hasil tersebut

Tabel 3.2 Putaran Poros

sudut pengarah (derajat)	waktu pengambilan data (s)	putaran poros (rpm)
0	7200	14,3
		17,7
		19,6
		20,3
		21,8
		23,1
		26,6
		32,9
35	7200	24,4
		29,5
		34,7
		37,2
		37,9
		41,1
		43,2
		56,5
65	7200	25,4
		26,6
		27,1
		28,7
		38,6
		39,3
		40,6

		54,1
95	7200	25,9
		26,8
		26,9
		29,8
		32,1
		34,1
		34,9
		36,4

3.4.3 Pengolahan Data Torsi



Penjelasan:

1. Pertama – tama siapkan alat yang akan digunakan
2. Pasang alat sistem pengereman pada kedudukan
3. Sudah terpasang alat tersebut dan akan melakukan menggunakan dan pemeriksaan agar stabil
4. Pada saat poros berputar dan menunggu waktu yang ditentukan
5. Waktu sudah di tentukan 15 menit
6. Rapatkan baut pengikat sampai poros tersebut berhenti
7. Kawat akan menarik alat weiheng tersebut
8. Alat weiheng tersebut akan memunculkan angka – angka tersebut
9. Angka – angka tersebut hasil perdataan sistem pengereman

Tabel 3.2 Pembebanan

No	sudut pengarah (derajat)	waktu pengambilan data (s)	pembebanan (kg)
1	0	7200	0,112
2			0,215
3			0,136
4			0,148
5			0,243
6			0,248
7			0,275
8			0,353
9	35	7200	0,253
10			0,279
11			0,312
12			0,336
13			0,391
14			0,425
15			0,446
16			0,568
17	65	7200	0,239
18			0,247
19			0,258
20			0,268
21			0,398
22			0,401
23			0,414
24			0,544
25	95	7200	0,241
26			0,25
27			0,252
28			0,282
29			0,345
30			0,361
31			0,369
32			0,382

1. Tabel Nilai Torsi (T)

Tabel 3.2 Torsi

No	sudut pengarah (derajat)	Beban m (kg)	Gaya W (N)	Jarak pembebanan b (m)	T (N.m)
1	0	0,112	1,098	0,650	0,713
2		0,215	2,107	0,650	1,370
3		0,136	1,333	0,650	0,866
4		0,148	1,450	0,650	0,943
5		0,243	2,381	0,650	1,548
6		0,248	2,430	0,650	1,580
7		0,275	2,695	0,650	1,752
8		0,353	3,459	0,650	2,249
9	35	0,253	2,479	0,650	1,612
10		0,279	2,734	0,650	1,777
11		0,312	3,058	0,650	1,987
12		0,336	3,293	0,650	2,140
13		0,391	3,832	0,650	2,491
14		0,425	4,165	0,650	2,707
15		0,446	4,371	0,650	2,841
16		0,568	5,566	0,650	3,618
17	65	0,239	2,342	0,650	1,522
18		0,247	2,421	0,650	1,573
19		0,258	2,528	0,650	1,643
20		0,268	2,626	0,650	1,707
21		0,398	3,900	0,650	2,535
22		0,401	3,930	0,650	2,554
23		0,414	4,057	0,650	2,637
24		0,544	5,331	0,650	3,465
25	95	0,241	2,362	0,650	1,535
26		0,25	2,450	0,650	1,593
27		0,252	2,470	0,650	1,605
28		0,282	2,764	0,650	1,796
29		0,345	3,381	0,650	2,198
30		0,361	3,538	0,650	2,300
31		0,369	3,616	0,650	2,351
32		0,382	3,744	0,650	2,433

Tabel Maka dari tabel 3.3 Dan tabel 3.4 pengambilan tada torsi akan dimasukan rumus, menghitung nilai beban (W), menghitung nilai torsi (T) mulai dari sudut pengarah 0^0 , 35^0 , 65^0 , 95^0 bisa dilihat di lampiran tersebut.

3.5 Tabel Hasil Penelitian (Aktual)

Perhitungan nilai percepatan Sudut (ω) dan perhitungan nilai daya poros (P) mulai dari sudut pengarah 0^0 , 35^0 , 65^0 , 95^0 maka bisa dilihat di lampiran tersebut.

Tabel 3.5 daya poros

No	sudut pengarah (derajat)	Torsi (N.m)	kecepatan sudut (rpm)	Daya Poros (watt)
1	0	0,713	1,497	1,067
2		1,370	1,853	2,539
3		0,866	2,051	1,776
4		0,943	2,125	2,004
5		1,548	2,282	3,533
6		1,580	2,418	3,820
7		1,752	2,784	4,878
8		2,249	3,444	7,746
9	35	1,612	2,554	4,117
10		1,777	3,088	5,487
11		1,987	3,632	7,217
12		2,140	3,894	8,333
13		2,491	3,967	9,882
14		2,707	4,302	11,646
15		2,841	4,522	12,847
16		3,618	5,914	21,397
17	65	1,522	2,659	4,047
18		1,573	2,805	4,412
19		1,643	2,816	4,627
20		1,707	3,119	5,324
21		2,535	4,040	10,241
22		2,554	4,113	10,505
23		2,637	4,249	11,205
24		3,465	5,662	19,619
25	95	1,535	2,711	4,161
26		1,593	2,805	4,468
27		1,605	2,816	4,520
28		1,796	3,119	5,602
29		2,198	3,360	7,385
30		2,300	3,569	8,209
31		2,351	3,653	8,588

32		2,433	3,810	9,270
----	--	-------	-------	-------

3.6 Perhitungan Hasil Pengelolah Data

Dari menghitung daya total angin, daya maksimal angin, koefisien daya angin, daya sesungguhnya tersebut akan menjelaskan perhitungan tersebut di lampiran.

3.6.1 Menghitung Daya Total Angin

3.6.2 Menghitung Daya maksimal Angin

3.6.3 Menghitung Koefisien Daya Angin

3.6.4 Menghitung Daya sesungguhnya

3.7 Analisis Hubungan Antara Kecepatan Angin Dengan Putaran

3.7.1 Pada $\alpha = 0^\circ$

1. kecepatan angin dengan putaran poros

Tabel 3.6 kecepatan angin dengan putaran poros

No	Kecepatan Angin V	putaran poros (rpm)
1	2,58	14,3
2	2,61	17,7
3	2,87	19,6
4	2,94	20,3
5	3,13	21,8
6	3,22	23,1
7	3,36	26,6
8	3,78	32,9

Maka pada tabel 3.6 Kecepatan angin dengan putaran poros pada sudut pengarah 0° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

4.2. Kecepatan angin dengan Putaran poros

Pada $\alpha = 35^\circ$

Tabel 3.7 kecepatan angin dengan putaran poros

NO	Putaran Poros (rpm)	Pembebanan kg
1	14,3	0,112
2	17,7	0,136
3	19,6	0,148
4	20,3	0,215
5	21,8	0,243
6	23,1	0,248
7	26,6	0,275
8	32,9	0,353

Maka pada tabel 3.7 Putaran poros dengan pembebanan pada sudut pengarah 0° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.7.2 Pada $\alpha = 65^\circ$

No	Kecepatan Angin V	putaran poros (rpm)
1	3,37	24,4
2	3,84	29,5
3	4,08	34,7
4	4,18	37,2
5	4,26	37,9
6	4,79	41,1
7	4,95	43,2
8	5,38	56,5

Maka pada tabel 3.8 Kecepatan angin dengan putaran poros pada sudut pengarah di bab 4 / BAB IV

3.7.3 Pada $\alpha = 95^\circ$

No	putaran poros (rpm)	Pembebanan Kg
1	24,4	0,253
2	29,5	0,279
3	34,2	0,312
4	37,2	0,336
5	39,1	0,391
6	43,8	0,425
7	44,2	0,446
8	55,6	0,568

Maka pada tabel 3.9 Putaran poros dengan pembebanan pada sudut pengarah 35° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.7.3 Pada $\alpha = 0^\circ$

1. kecepatan angin dengan Torsi

Tabel 3.10 kecepatan angin dengan putaran poros

No	Kecepatan Angin V	putaran poros kg
1	3,42	25,1
2	3,59	26,6
3	3,68	27,1
4	3,72	28,7
5	4,38	38,7
6	4,49	39,3
7	4,74	40,6
8	5,06	54,1

Maka pada tabel 3.10 Kecepatan angin dengan putaran poros pada sudut pengarah 0° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.7.4 Pada $\alpha = 35^\circ$

Tabel 3.11 Kecepatan angin dengan Torsi

No	putaran poros (rpm)	Pembebanan kg
1	25,4	0,239
2	26,6	0,247
3	27,1	0,258
4	28,7	0,268
5	38,6	0,398
6	39,3	0,401
7	40,6	0,414
8	54,5	0,544

Maka pada tabel 3.11 Putaran poros dengan pembebanan pada sudut pengarah 35° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.7.5 Pada $\alpha = 65^\circ$

Tabel 3.12 kecepatan angin dengan Torsi

No	Kecepatan Angin V	putaran poros rpm
1	3,49	25,9
2	3,62	26,8
3	3,69	26,9
4	3,74	29,9
5	3,81	32,1
6	3,86	34,1
7	3,87	34,9
8	4,11	36,4

Maka pada tabel 3.12 Kecepatan angin dengan putaran poros pada sudut pengarah 65° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.7.6 Pada $\alpha = 95^\circ$

Tabel 3.12 kecepatan angin dengan Torsi

No	putaran poros (rpm)	Pembebanan kg
1	25,9	0,241
2	26,8	0,25
3	26,9	0,252
4	29,8	0,282
5	32,1	0,345
6	34,1	0,361
7	34,9	0,369
8	36,4	0,382

maka pada tabel 3.13 Putaran poros dengan pembebanan pada sudut pengarah 95° akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.8 perbandingan sudut pengarah

3.8.1 perbandingan sudut pengarah pada 0° , 35° , 65° , 95°

Tabel 3.14 Perbandingan sudut pengarah pada aktual

no	sudut pengarah 0		sudut pengarah 35		sudut pengarah 65		sudut pengarah 95	
	V	P aktual	V	P aktual	V	P aktual	V	P aktual
1	2,58	1,145	3,37	2,552	3,42	2,667	3,49	2,834
2	2,61	1,185	3,84	3,775	3,59	3,085	3,62	3,163
3	2,87	1,576	4,08	4,528	3,68	3,322	3,69	3,350
4	2,94	1,694	4,18	4,869	3,72	3,432	3,74	3,488
5	3,13	2,044	4,26	5,154	4,38	5,602	3,81	3,687
6	3,22	2,226	4,79	7,327	4,49	6,035	3,86	3,834
7	3,36	2,529	4,95	8,086	4,74	7,100	3,87	3,864
8	3,78	3,601	5,38	10,381	5,06	8,637	4,11	4,628

Maka pada tabel 3.14 Perbandingan sudut pengarah pada aktual akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.8.2 perbandingan sudut pengarah pada 0°, 35°, 65°, 95°

Tabel 3.15 Perbandingan sudut pengarah pada Pmax

no	sudut pengarah 0		sudut pengarah 35		sudut pengarah 65		sudut pengarah 95	
	V	P max	V	P max	V	P max	V	P max
1	2,58	1,908	3,37	4,253	3,42	4,445	3,49	4,723
2	2,61	1,976	3,54	6,291	3,59	5,141	3,62	5,271
3	2,87	2,627	3,93	7,546	3,68	5,537	3,69	5,583
4	2,94	2,824	4,11	8,115	3,72	5,720	3,74	5,813
5	3,13	3,407	4,46	8,590	4,38	9,336	3,81	6,145
6	3,22	3,710	4,89	12,211	4,49	10,058	3,86	6,390
7	3,36	4,215	4,91	13,476	4,74	11,833	3,87	6,440
8	3,78	6,001	5,45	17,302	5,06	14,395	4,11	7,714

Maka pada tabel 3.15 Perbandingan sudut pengarah pada aktual akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV .

3.8.2 perbandingan sudut pengarah pada 0°, 35°, 65°, 95°

Tabel 3.16 Perbandingan sudut pengarah pada Ptot

no	sudut pengarah 0		sudut pengarah 35		sudut pengarah 65		sudut pengarah 95	
	V	P tot	V	P tot	V	P tot	V	P tot
1	2,58	3,220	3,37	7,176	3,42	7,500	3,49	7,970
2	2,61	3,334	3,54	10,617	3,59	8,675	3,62	8,895
3	2,87	4,432	3,93	12,734	3,68	9,344	3,69	9,421
4	2,94	4,765	4,11	13,694	3,72	9,652	3,74	9,809
5	3,13	5,750	4,46	14,495	4,38	15,755	3,81	10,370
6	3,22	6,260	4,89	20,607	4,49	16,972	3,86	10,784
7	3,36	7,112	4,91	22,741	4,74	19,968	3,87	10,868
8	3,78	10,127	5,38	29,198	5,06	21,291	4,11	13,017

3.2 Analisis Percepatan keseluruhan

3.2.1 Pada $\alpha = 0^\circ$

1. Mengetahui P_{total} , P_{max} dan Aktual

Tabel 3.17 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual

No	V	Densitas	A	Ptot	Pmax	Cp	Actual
1	2,58	1,25	0,3	3,220	1,908	0,593	1,145
2	2,61	1,25	0,3	3,334	1,976	0,593	1,185
3	2,87	1,25	0,3	4,432	2,627	0,593	1,576
4	2,94	1,25	0,3	4,765	2,824	0,593	1,694
5	3,13	1,25	0,3	5,750	3,407	0,593	2,044
6	3,22	1,25	0,3	6,260	3,710	0,593	2,226
7	3,36	1,25	0,3	7,112	4,215	0,593	2,529
8	3,78	1,25	0,3	10,127	6,001	0,593	3,601

Maka pada tabel 3.17 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV.

3.2.2 Pada $\alpha = 35^\circ$

2. Mengetahui P_{total} , P_{max} dan Aktual

Tabel 3.18 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual

No	V	Densitas	A	Ptot	Pmax	Cp	Actual
1	3,37	1,25	0,3	7,176	4,253	0,593	2,552
2	3,84	1,25	0,3	10,617	6,291	0,593	3,775
3	4,08	1,25	0,3	12,734	7,546	0,593	4,528
4	4,18	1,25	0,3	13,694	8,115	0,593	4,869
5	4,26	1,25	0,3	14,495	8,590	0,593	5,154
6	4,79	1,25	0,3	20,607	12,211	0,593	7,327
7	4,95	1,25	0,3	22,741	13,476	0,593	8,086
8	5,38	1,25	0,3	29,198	17,302	0,593	10,381

Maka pada tabel 3.18 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV.

4.2.3 Pada $\alpha = 65^\circ$

3. Mengetahui P_{total} , P_{max} dan Aktual

Tabel 3.19 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual

No	V	densitas	A	Ptot	Pmax	Cp	Actual
1	3,42	1,25	0,3	7,500	4,445	0,593	2,667
2	3,59	1,25	0,3	8,675	5,141	0,593	3,085
3	3,68	1,25	0,3	9,344	5,537	0,593	3,322
4	3,72	1,25	0,3	9,652	5,720	0,593	3,432

5	4,38	1,25	0,3	15,755	9,336	0,593	5,602
6	4,49	1,25	0,3	16,972	10,058	0,593	6,035
7	4,74	1,25	0,3	19,968	11,833	0,593	7,100
8	5,06	1,25	0,3	24,291	14,395	0,593	8,637

Maka pada tabel 3.19 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV.

4.2.4 Pada $\alpha = 90^\circ$

4. Mengetahui P_{total} , P_{max} dan Aktual

Tabel 3.20 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual

No	V	densitas	A	P _{tot}	P _{max}	C _p	Actual
1	3,49	1,25	0,3	7,970	4,723	0,593	2,834
2	3,62	1,25	0,3	8,895	5,271	0,593	3,163
3	3,69	1,25	0,3	9,421	5,583	0,593	3,350
4	3,74	1,25	0,3	9,809	5,813	0,593	3,488
5	3,81	1,25	0,3	10,370	6,145	0,593	3,687
6	3,86	1,25	0,3	10,784	6,390	0,593	3,834
7	3,87	1,25	0,3	10,868	6,440	0,593	3,864
8	4,11	1,25	0,3	13,017	7,714	0,593	4,628

Maka pada tabel 3.20 mengetahui P_{tot} dan P_{max} dan aktual akan dibentuk sebuah grafik dan analisis diletakkan di bab 4 / BAB IV.

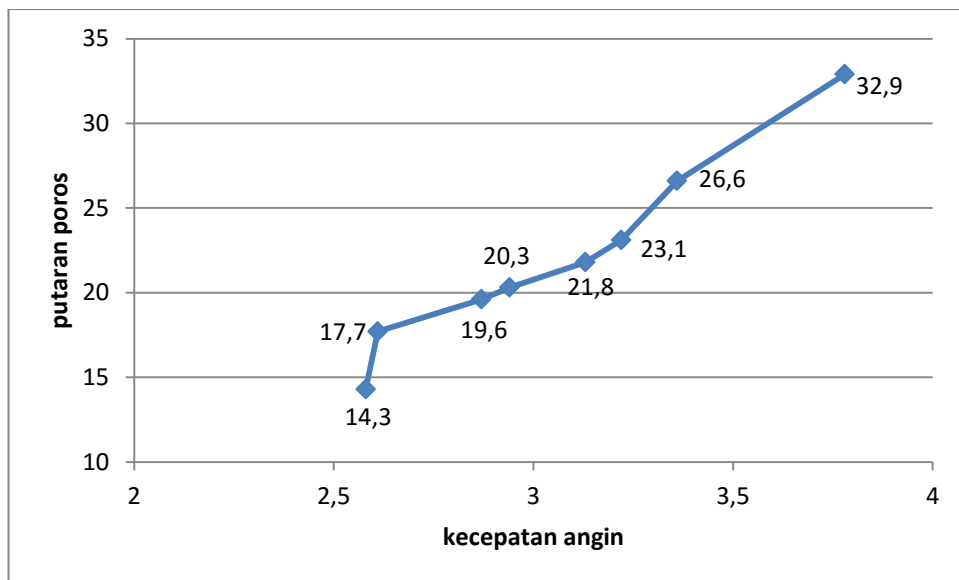
BAB IV ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1 Analisis Hubungan Antara Kecepatan Angin Dengan Putaran

4.1.1 Pada $\alpha = 0^\circ$

1. Kecepatan Angin dengan putaran Poros

Tabel 4.1 Kecepatan Angin dengan putaran poro



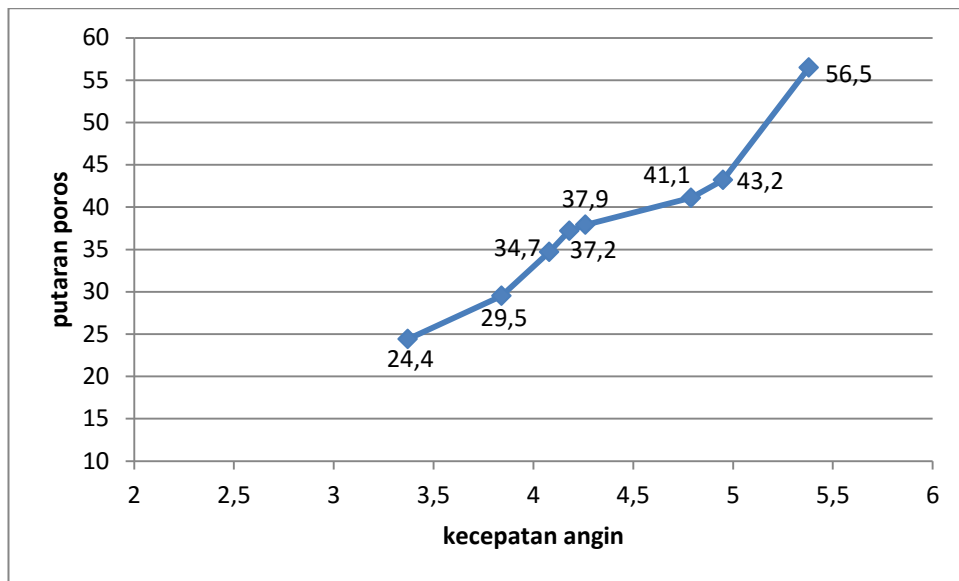
grafik 4.1 grafik kecepatan angin dengan putaran poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas di peroleh pada pengujian di lapangan di dapatkan seperti pada gambar di atas 4.1 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan poros putaran, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang di dapat kecepatan angin mulai terendah 2,58 samapi terbesar mencapai 3,78, bisa juga di lihat putaran poros dengan nilai terendah mendapat nilai 14,3 samapi terbesar 32,9 di karenakan putaran poros terus naik dengan setabil

4.1.2 Pada $\alpha = 35^\circ$



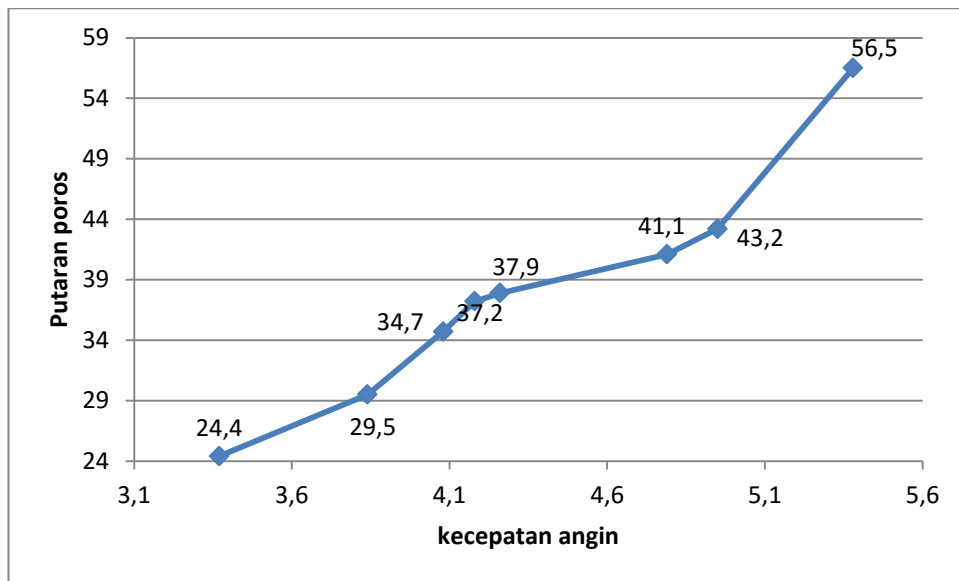
Grafik 4.2 grafik kecepatan angin putaran poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.2 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan putaran poros, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapatkan kecepatan angin mulai terendah 3,37 sampai terbesar mencapai 5,38, bisa juga dilihat putaran poros dengan nilai terendah mendapat nilai 24,4 sampai terbesar 56,5 dikarenakan putaran poros terus naik dengan setabil.

4.1.3 Pada $\alpha = 65^\circ$

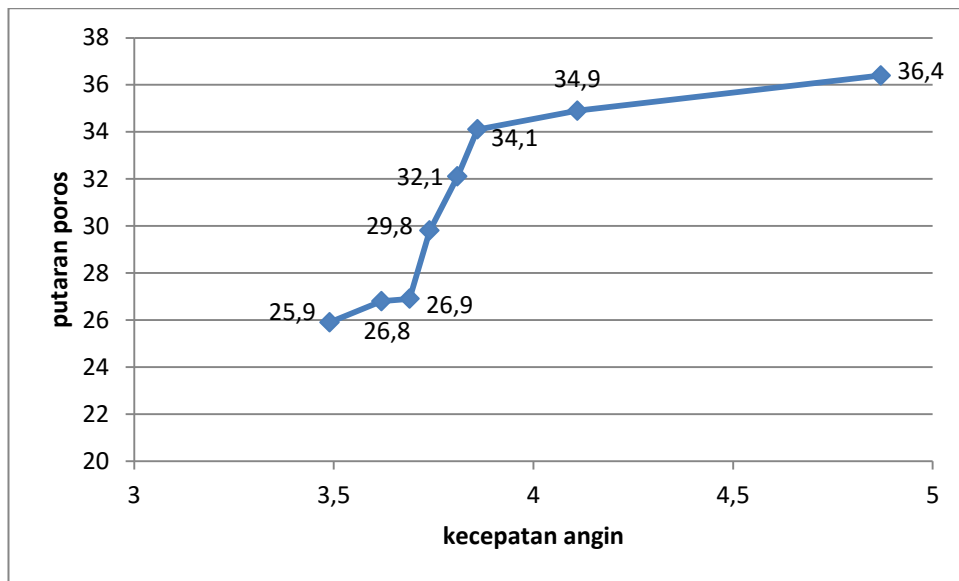


grafik 4.3 grafik kecepatan angin dengan putaran poros
Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.3 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan putaran poros, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapat kecepatan angin mulai terendah sampai terbesar mencapai 5,06, bisa juga dilihat putaran poros dengan nilai terendah mendapat nilai 25,4 sampai terbesar 54,1 di karenakan putaran poros terus naik dengan setabil

4.1.3 Pada $\alpha = 95^\circ$



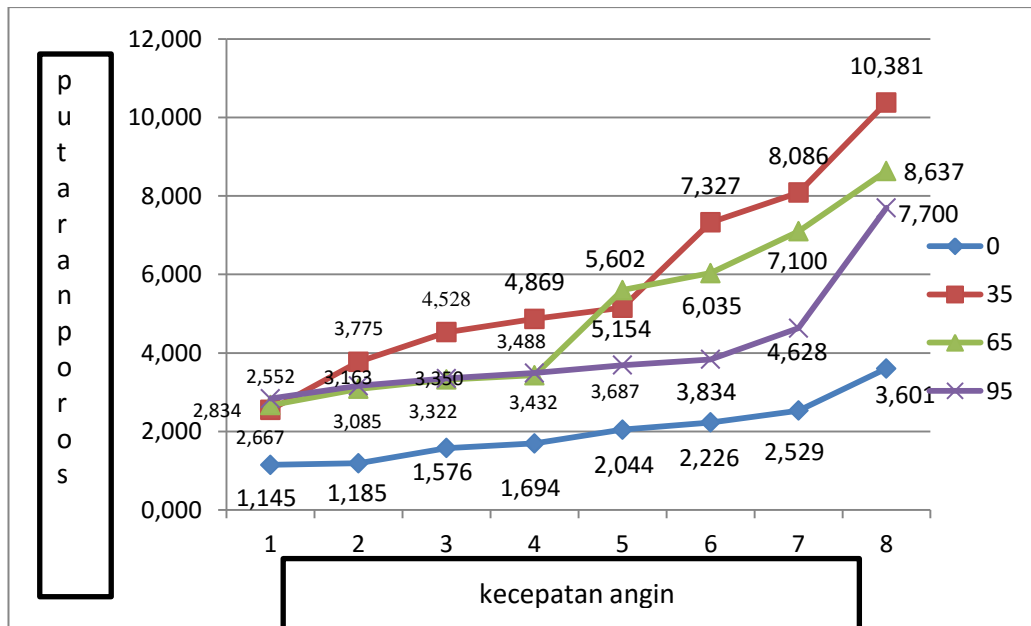
grafik 4.4 grafik kecepatan angin dengan putaran poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.4 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan putaran poros, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapatkan kecepatan angin mulai terendah 3,49 sampai terbesar mencapai 4,87, bisa juga dilihat putaran poros dengan nilai terendah mendapat nilai 25,9 sampai terbesar 36,4 dikarenakan putaran poros terus naik dengan setabil

4.4.5 Penggabungan Antara sudut 0° , 35° , 65° , 95°



grafikr 4. Penggabungan Antara sudut 0° , 35° , 65° , 95°

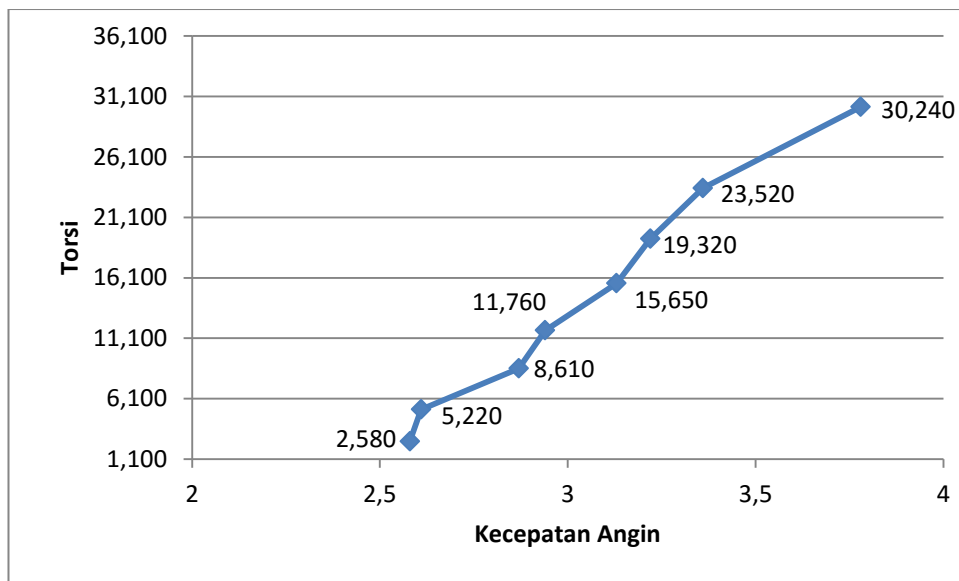
Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Bisa di lihat di dalam grafik di dalam gambar 4,5 dengan menjelaskan kenaikan grafik, 0° melihatan kenaikan dengan setabil tanpa naik turun dengan nilai 1,145 m/s samapi nilai 3,601 m/s dari perhitungan yang sudag di tentutakn, 35° hampir sama kenaikan dengan setabil karena nilai terkecil 1,145 m/s sampai nilai terbesar mencapai nilai 10,381 m/s, 65° malah grafiknya naik ke tas melebihi, i sudut 35° karena nilai 65° mencapai 2,552 samapi nilai tertinggi 8,637 m/s dan sudu yang trakhir di tempati sudut 95° karena grafiknya sangat naik jauh di bandingkan dengan yang lain seperti sudut 0° , 35° , 65° maka dari itu nilai yang di dapat 95° 2,834 samapi 4,628 m/s dengan dari itu kalau di lihat dari grafik yang di atas atau yang sudah di jelaskan yang kenaikan efektif atau stabil

4.2 Analisis Hubungan Antara Kecepatan Angin Dengan Torsi

4.2.1 Pada $\alpha = 0^\circ$



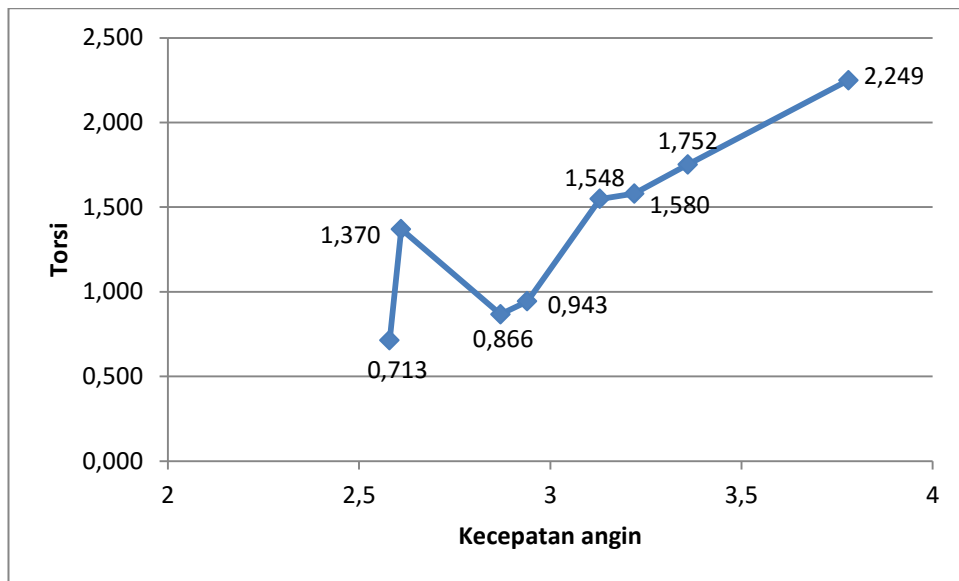
grafik 4.6 kecepatan angin dengan Torsi

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.6 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan Torsi, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan Torsi akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapatkan kecepatan angin mulai terendah 2,58 sampai terbesar mencapai 3,78 bisa juga dilihat dengan nilai Torsi terendah mendapat nilai 0,713 sampai terbesar 2,249 N.m dikarenakan Torsi terus naik dengan stabil dikarenakan kecepatan angin terus akan bertambah kencang

4.2.2 Pada $\alpha = 35^\circ$



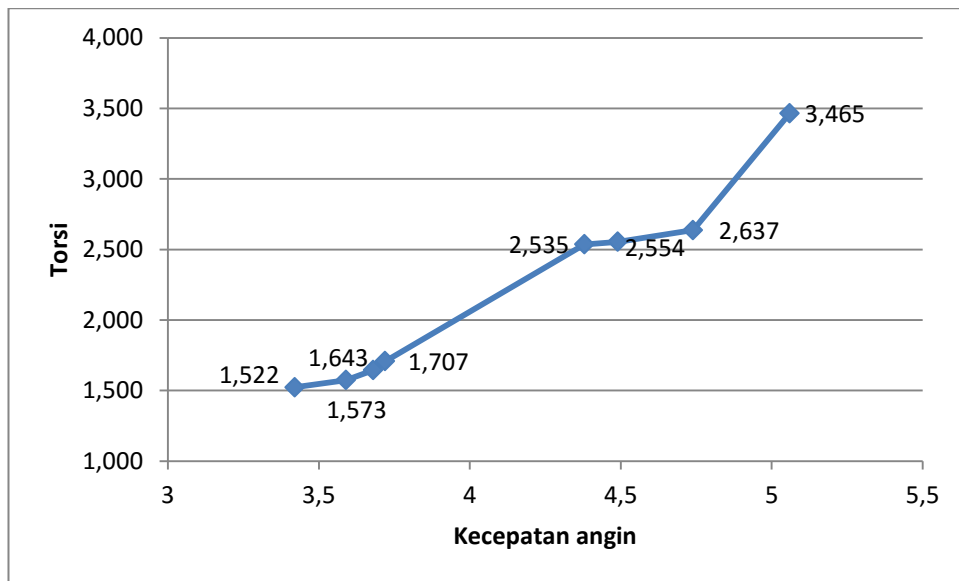
grafik 4.7 Kecepatan angina dan Torsi

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.6 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan Torsi, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan Torsi akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang dapat kecepatan angin mulai terendah 3,37 sampai terbesar mencapai 5,38 m/s bisa juga dilihat dengan nilai Torsi terendah mendapat nilai 0,713 grafiknya naik kemudian turun lagi mencapai nilai 0,943 dan kemudian naik terus mendapatkan nilai terbesar 2,249 N.m dikarenakan Torsi terus naik dengan stabil dikarenakan kecepatan angin terus akan bertambah kencang

4.2.3 Pada $\alpha = 65^\circ$



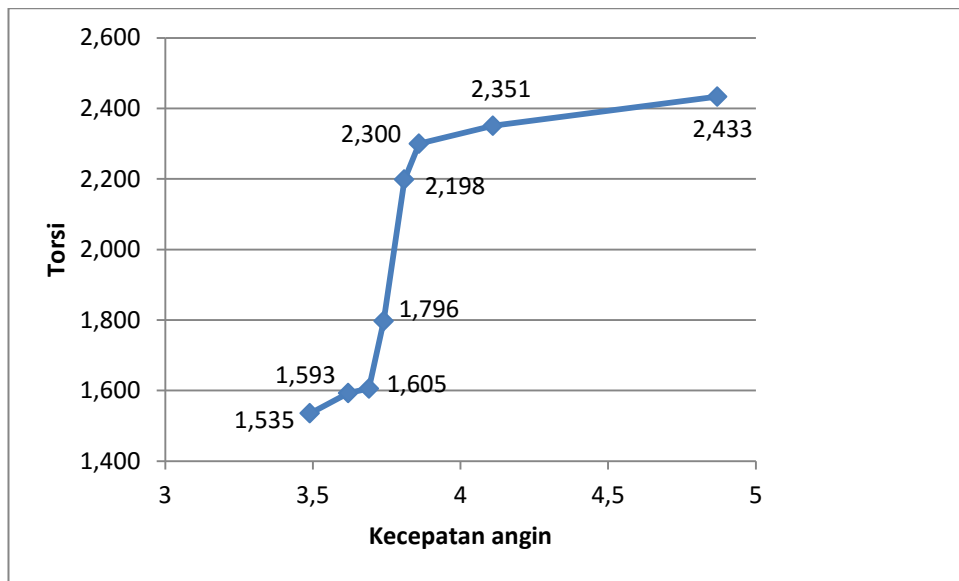
Grafik 4,7 kecepatan angin dan torsi

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.7 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan Torsi, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan Torsi akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapat kecepatan angin mulai terendah 3,42 sampai terbesar mencapai 5,06 hambis sama kecepatan angin antara sudut 35° dan 65° tetapi tetap saja angin yang bagus di sudut 35° bisa juga dilihat dengan nilai Torsi terendah mendapat nilai 1,522 N.m itu naik terus tapi pada saat di angka 2,198 tetapi kemudian naik dengan mendapatkan nilai terbesar 3,465 N.m

4.2.4 Pada $\alpha = 95^\circ$



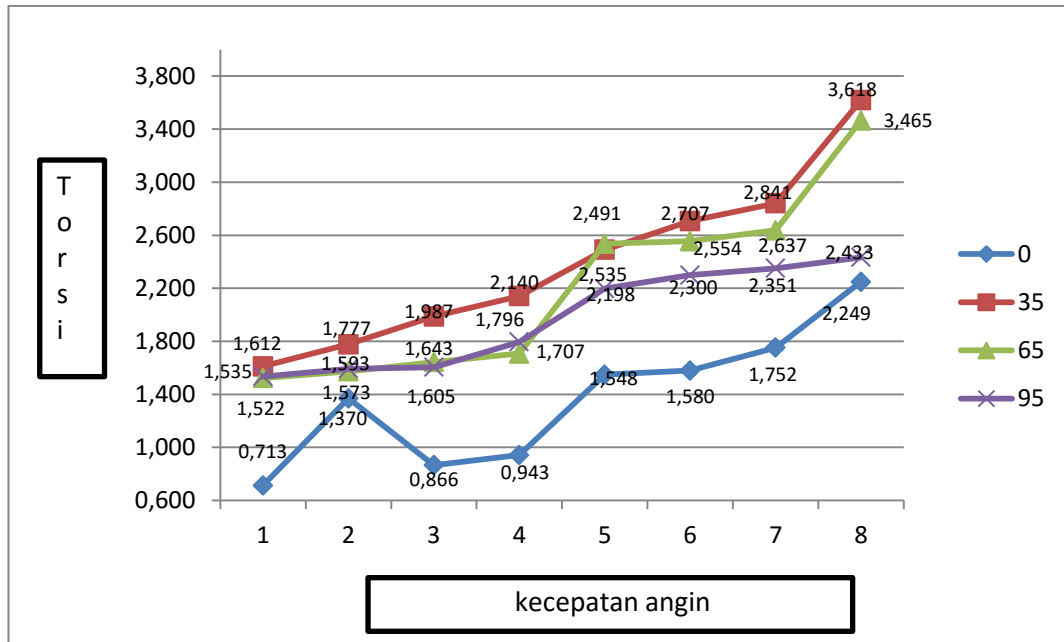
grafik4.8 kecepatan angin dengan torsi

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.8 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan Torsi, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan Torsi akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapatkan kecepatan angin mulai terendah 3,42 sampai terbesar mencapai 4,87 bisa juga dilihat dengan nilai Torsi terendah mendapat nilai 1,535 kemudian grafik naik mencapai nilai 1,796 N.m dengan nilai sampai 2,433 N.m di karenakan Torsi terlihat kurang baik di sudut 95°

4.2.5 Penggabungan Antara sudut $0^0, 35^0, 65^0, 95^0$



grafik 4.9 Penggabungan Antara sudut $0^0, 35^0, 65^0, 95^0$

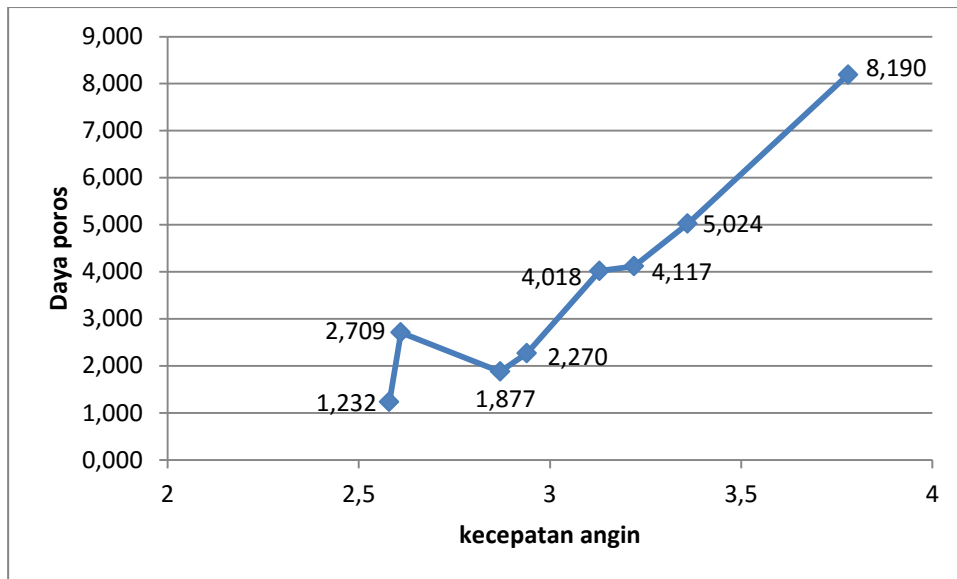
Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Bisa di lihat di dalam grafik di dalam gambar 4,9 dengan menjelaskan kenaikan grafik, 0^0 melihatan kenaikan dengan setabil tanpa naik turun dengan nilai 0,713 N,m samapi nilai 2,249 N,m dari perhitungan yang sudag di tentutakn, 35^0 hampir sama kenaikan dengan setabil karena nilai terkecil 1,612N,m sampai nilai terbesar mencapai nilai 3,618 N,m, 65^0 malah grafiknya naik ke tas melebihi, i sudut 35^0 karena nilai 65^0 mencapai 1,522 samapi nilai tertinggi 3,465N,m dan sudu yang trakhir di tempati sudut 95^0 karena grafiknya sangat naik jauh di bandingkan dengan yang lain seperti sudut $0^0, 35^0, 65^0$ maka dari itu nilai yang di dapat 95^0 1,535 samapi 2,433 N,m dengan dari itu kalau di lihat dari grafik yang di atas atau yang sudah di jelaskan yang kenaikan efektif atau stabil

4.3 Analisis hubungan antara kecepatan angin sama daya poros.

4.3.1 Pada $\alpha = 0^\circ$



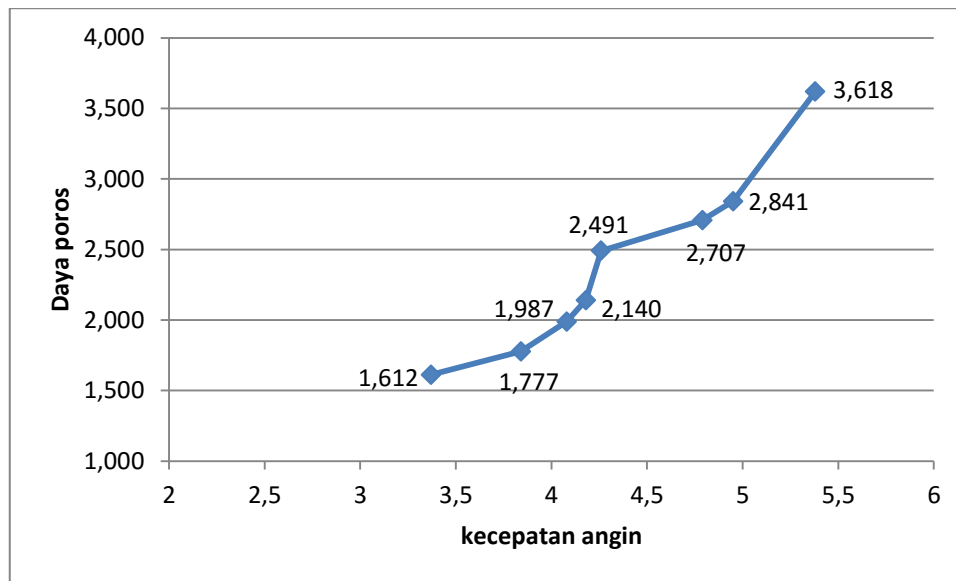
grafik 4.10 kecepatan angina dan Daya poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas di peroleh pada pengujian di lapangan di dapatkan seperti pada gambar di atas 4.1 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan Daya poros yang di hasilkan, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan Daya poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil perhitungan 1,232 watt kemudian naik mencapai nilai 2,709, grafik sedikit turun mendapatkan nilai 1,877 dan kemudian grafik naik terus sampai muncul nilai terbesar mencapai 8,190 watt

4.3.2 Pada $\alpha = 35^\circ$



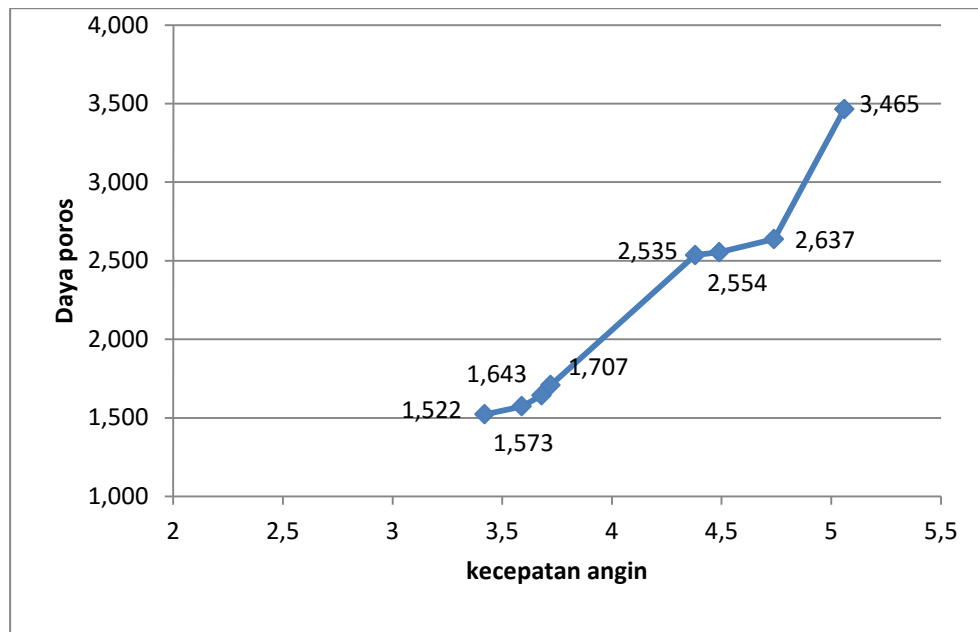
grafik 4.11 kecepatan angina dan Daya poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.2 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan Daya poros, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapat kecepatan angin mulai terendah 3,37 sampai terbesar mencapai 5,38, bisa juga dilihat Daya poros dengan nilai terendah mendapat nilai 1,612 watt sampai dilihat grafik di atas sangat bagus karena grafiknya naik terus tanpa ada penurunan sampai mendapatkan nilai angka sebesar 3,618 watt

4.3.3 Pada $\alpha = 65^\circ$



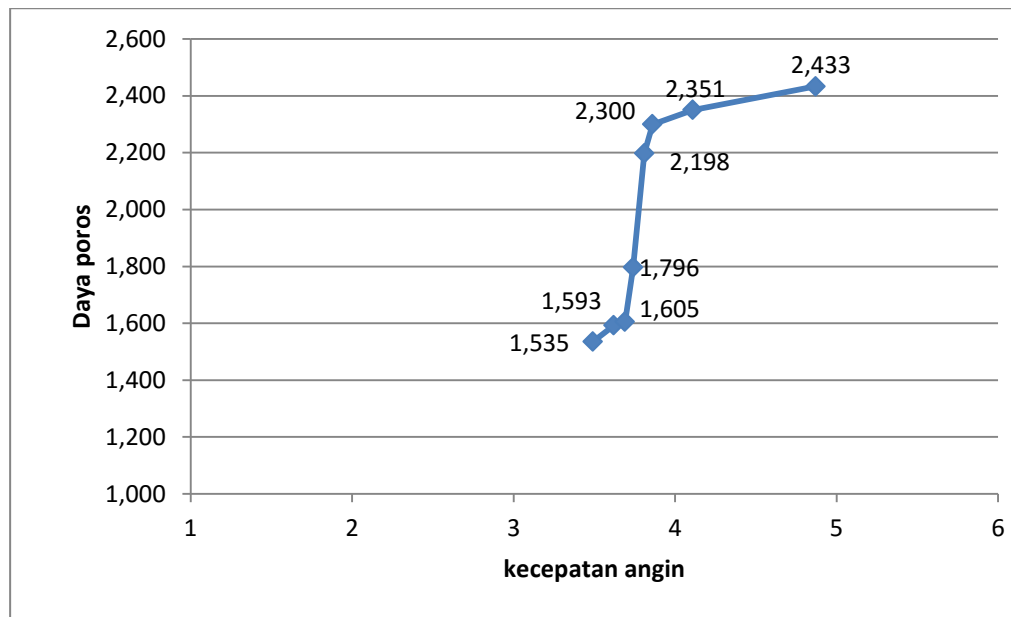
grafik 4.12 kecepatan angina dan Daya poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas di peroleh pada pengujian di lapangan di dapatkan seperti pada gambar di atas 4.3 bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan poros putaran, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang di dapat kecepatan angin mulai terendah 3,42 m/s samapi terbesar mencapai 5,06 m/s, bisa juga di lihat Daya poros dengan nilai terendah mendapat grafik menunjukan naik terus dengan ada penurunan di posisi angka atau nilai 2,535 samapi 2,637 kemudian naik samapi nilai tertinggi mencapai sebesar 3,465 watt

4.3.4 Pada $\alpha = 95^\circ$



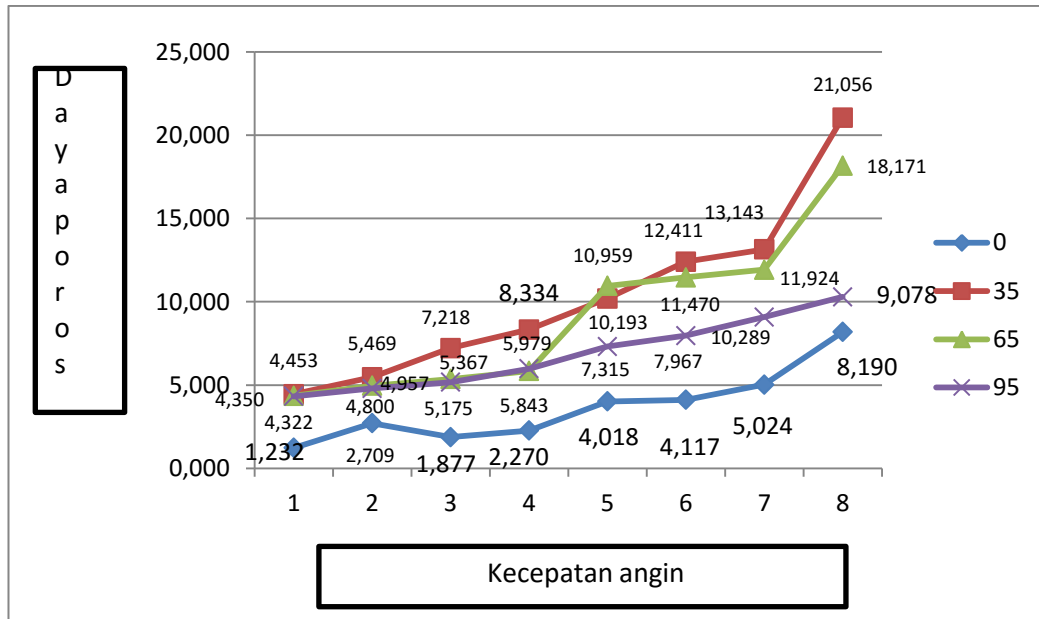
grafik 4.13 kecepatan angina dan Daya poros

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Dari data di atas diperoleh pada pengujian di lapangan didapatkan seperti pada gambar di atas 4.4 bahwa kecepatan angin berbanding lurus Daya poros putaran, sehingga apa bila kecepatan angin bertambah kencang dan putaran poros akan ikut bertambah kencang, maka dari hasil penelitian atau pengujian tersebut data yang didapat kecepatan angin mulai terendah 3,49 m/s sampai terbesar mencapai 4,87 m/s, bisa juga dilihat daya poros dengan nilai terendah mendapat nilai 1,535 N,m dengan kenaikan grafik tidak terlalu bagus karena naik turun dan nilai tertinggi mencapai sebesar 2,433 N,m

4.4.5 Penggabungan Antara sudut 0° , 35° , 65° , 95°



grafik 4.14 Penggabungan Antara sudut 0° , 35° , 65° , 95°

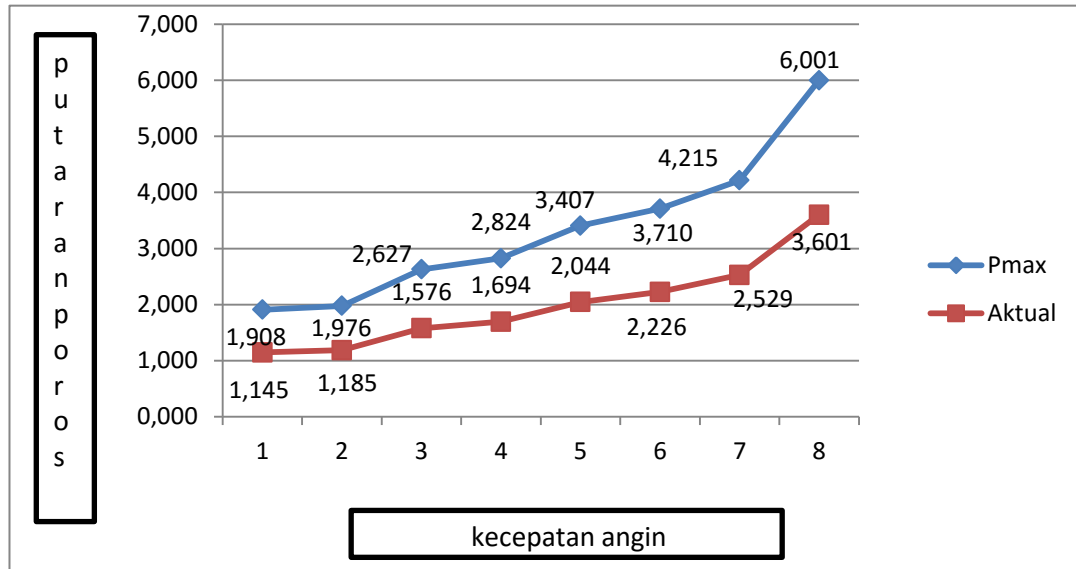
Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Bisa di lihat di dalam grafik di dalam gambar 4,5 dengan menjelaskan kenaikan grafik, 0° melihatan kenaikan dengan setabil tanpa naik turun dengan nilai 1,232 N,m samapi nilai 8,190 N,m dari perhitungan yang sudag di tentutakn, 35° hampir sama kenaikan dengan setabil karena nilai terkecil 4,453 N,m samapai nilai terbesar mencapai nilai 21,056 N,m, mencapai 4,350 samapi nilai tertinggi 18,171N,m dan sudu yang trakhir di tempati sudut 95° karena grafiknya sangat naik jauh di bandingkan dengan yang lain seperti sudut 0° , 35° , 65° maka dari itu nilai yang di dapat 95° 4,322 N,m dengan nilai terbesar yaitun10,289 watt dari itu kalau di lihat dari grafik yang di atas atau yang sudah di jelaskan yang kenaikan efektif atau stabil

4.4 Analisis perbandingan antara daya teoritis (Pmax), dengan daya aktual hasil perbandingan pada variasi kecepatan

4.4.1 Pada $\alpha = 0^\circ$



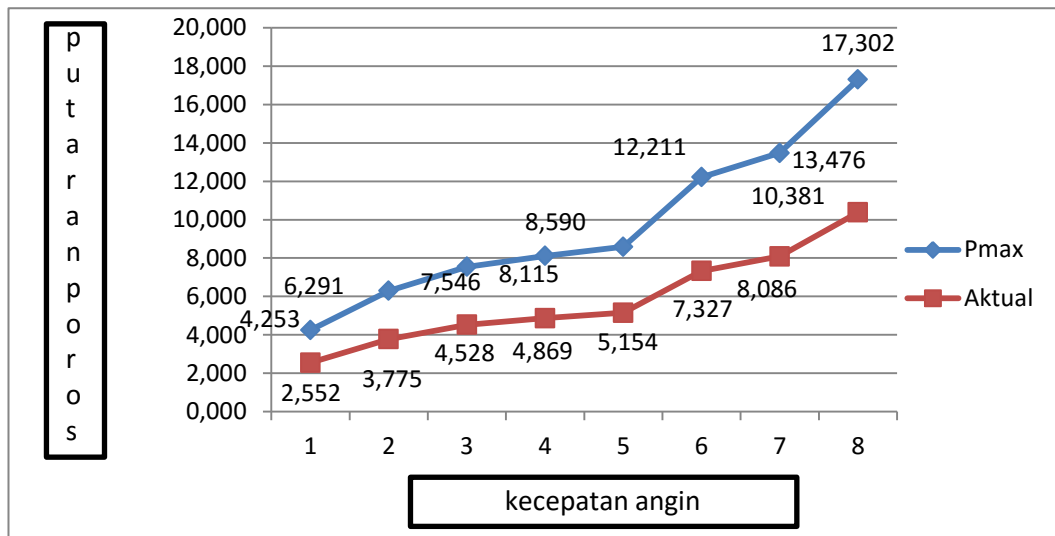
grafik 4.15 perbandingan Pmax dan aktual

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Pada gambar di atas 4.15 Nilai Pmax yang terendah adalah 1,908 dan nilai tertinggi 6,001 . nilai yang terendah pada aktual adalah 1,145 dan nilai tertinggi 3,601. Maka daya maksimum (Pmax) besar daya total yang diserap oleh blade kincir angin, kecepatan angin yang melewati blade akan berkurang kecepatan dan tekanannya. sedangkan aktual yang dapat di peroleh kincir angin lebih rendah dari Pmax

4.4.2 Pada $\alpha = 35^\circ$



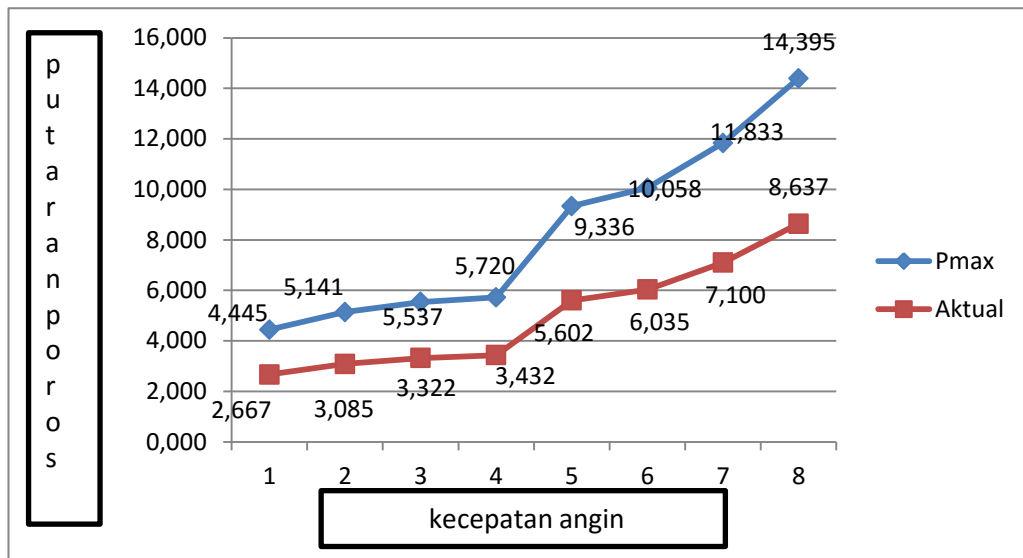
grafik 4.16 perbandingan Pmax dan aktual

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Pada gambar di atas 4.16 Nilai Pmax yang terendah adalah 4,253 dan nilai tertinggi 17,302 . nilai yang terendah pada aktual adalah 2,552 dan nilai tertinggi 10,381. Maka daya maksimum (Pmax) besar daya total yang diserap oleh blade kincir angin, kecepatan angin yang melewati blade akan berkurang kecepatan dan tekanannya. sedangkan aktual yang dapat di peroleh kincir angin lebih rendah dari Pmax

4.4.3 Pada $\alpha = 65^\circ$



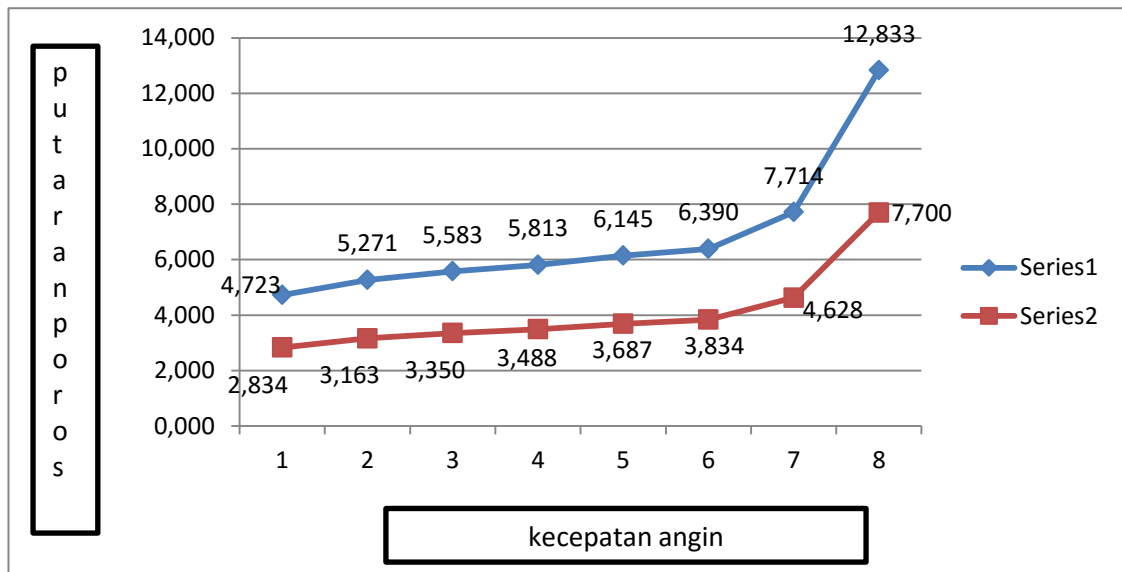
grafik 4.17 perbandingan Pmax dan aktual

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Pada gambar di atas 4.17 Nilai Pmax yang terendah adalah 4,445 dan nilai tertinggi 14,395 . nilai yang terendah pada aktual adalah 2,667 dan nilai tertinggi 8,637. Maka daya maksimum (Pmax) besar daya total yang diserap oleh blade kincir angin, kecepatan angin yang melewati blade akan berkurang kecepatan dan tekanannya. sedangkan aktual yang dapat di peroleh kincir angin lebih rendah dari Pmax

4.4.4 Pada $\alpha = 95^\circ$



grafik 4.18 perbandingan Pmax dan aktual

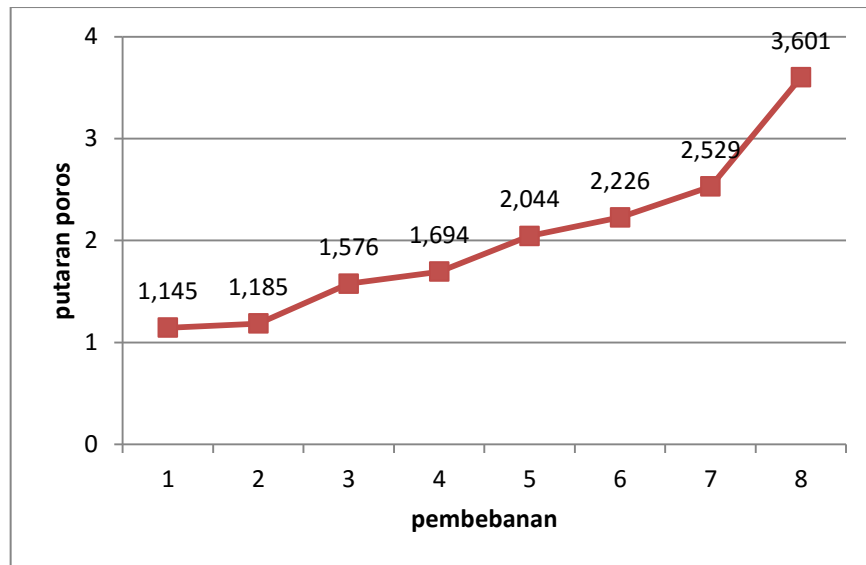
Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Pada gambar di atas 4.18 Nilai Pmax yang terendah 4,723 dan nilai tertinggi 12,833 . nilai yang terendah pada aktual adalah 2,834 dan nilai tertinggi 7,700. Langsung menunjukan turun grafiknya, Maka daya maksimum (Pmax) besar daya total yang diserap oleh blade kincir angin, kecepatan angin yang melewati blade akan berkurang kecepatan dan tekanannya. sedangkan aktual yang dapat di peroleh kincir angin lebih rendah dari Pmax

4.5 Analisis hubungan antara putaran poros daya dengan aktual

4.5.1 Pada $\alpha = 0^\circ$



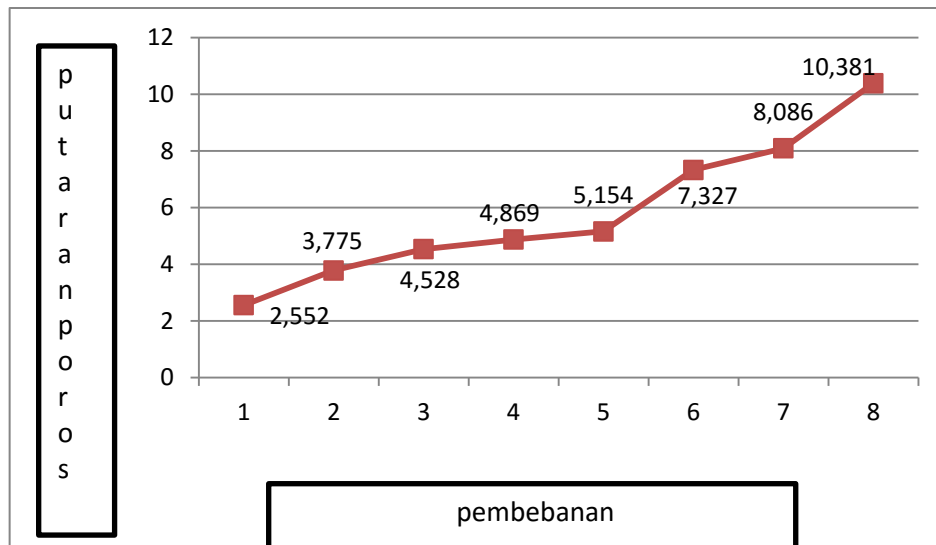
grafik 4.19 putaran poros dengan pembebanan

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Berdasarkan hasil pengolahan data aktual sudut 0° seperti pada gambar 4,19 grafik hubungan antara putaran poros dengan pembebanan di ketahui bahwa putaran poros berbanding lurus dengan pembebanan,halini menunjukan bahwa semakin tinggi putaran poros dan pembebanan maka semakin tinggi jumlah aktual pada gambar grafik di dapatkan nilai terkecil 1,145 dan nilai terbesar 3,601

4.4.2 Pada $\alpha = 35^\circ$



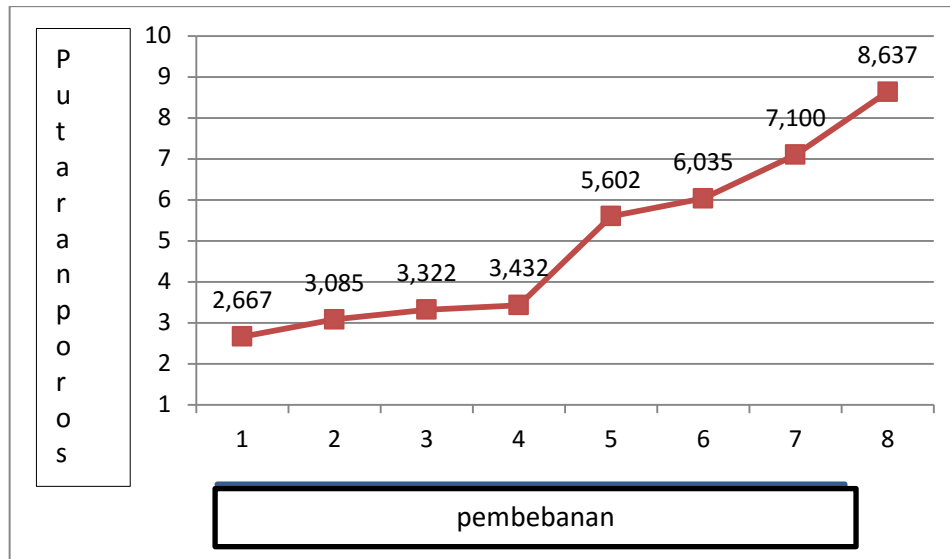
Grafik 4.20 putaran poros dengan pembebanan

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Berdasarkan hasil pengolahan data aktual sudut 35° seperti pada gambar 4,20 grafik hubungan antara putaran poros dengan pembebanan di ketahui bahwa putaran poros berbanding lurus dengan pembebanan,halini menunjukan bahwa semakin tinggi putaran poros dan pembebanan maka semakin tinggi jumlah aktual pada gambar grafik di dapatkan nilai terkecil 2,552 dan nilai terbesar 10,381.

4.4.3 Pada $\alpha = 65^\circ$



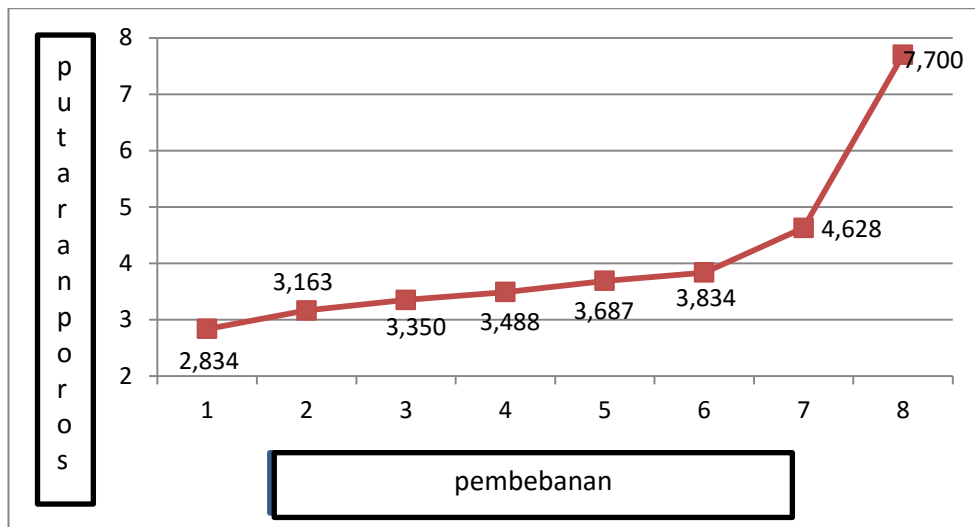
grafik 4.21 putaran poros dengan pembebanan

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Berdasarkan hasil pengolahan data aktual sudut 65° seperti pada gambar 4,21 grafik hubungan antara putaran poros dengan pembebanan di ketahui bahwa putaran poros berbanding lurus dengan pembebanan,halini menunjukan bahwa semakin tinggi putaran poros dan pembebanan maka semakin tinggi jumlah aktual pada gambar grafik di dapatkan nilai terkecil 2,667dan nilai terbesar 8,637.

4.4.4 Pada $\alpha = 95^\circ$



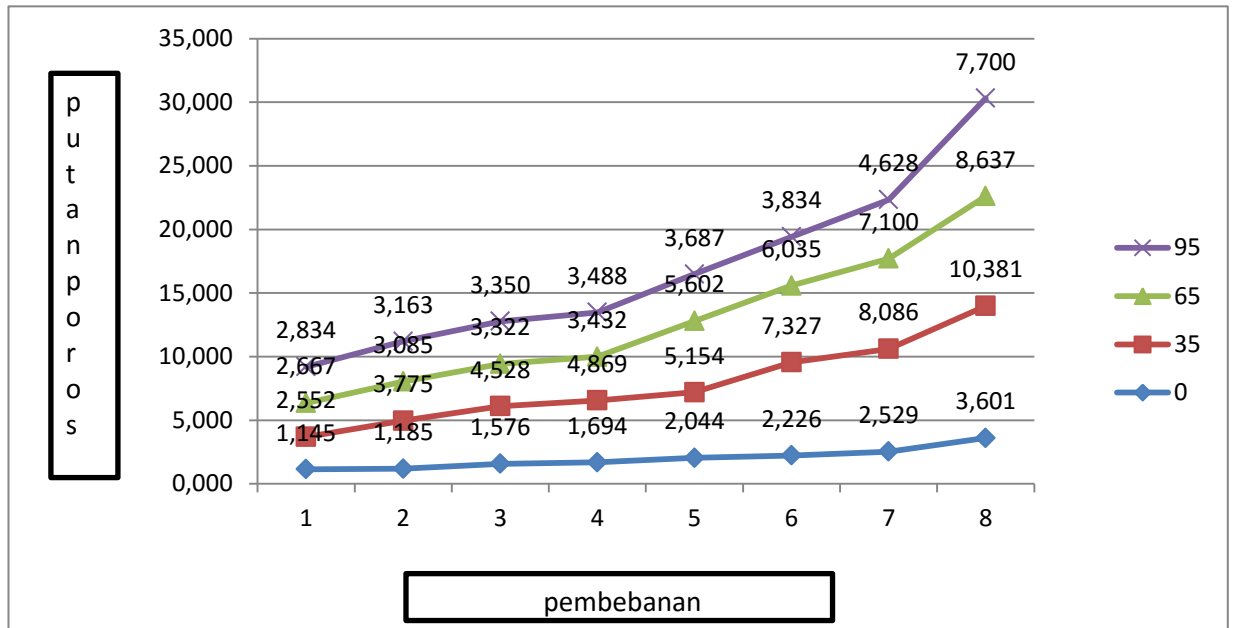
grafik 4.22 putaran poros dengan pembebanan

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Berdasarkan hasil pengolahan data aktual sudut 95° seperti pada gambar 4,22 grafik hubungan antara putaran poros dengan pembebanan di ketahui bahwa putaran poros berbanding lurus dengan pembebanan,halini menunjukan bahwa semakin tinggi putaran poros dan pembebanan maka semakin tinggi jumlah aktual pada gambar grafik di dapatkan nilai terkecil 2,834 dan nilai terbesar 7,700

4.4.5 Penggabungan Antara sudut 0° , 35° , 65° , 95°



grafik 4.23 Penggabungan Antara sudut 0° , 35° , 65° , 95°

Sumber: dokumen pribadi

Analisa:

Berdasarkan hasil pengolahan data aktual seperti pada gambar 4,19 grafik penggabungan antara sudut 0° , 35° , 65° , 95° . Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut maka semakin besar hasil aktual yang di dapatkan. Pada sudut 0° di dapatkan hasil terkecil 1,145 terbesar 3,601, pada sudut 35° dapatkan hasil terkecil 2,552 terbesar 10,38, pada sudut 65° di dapatkan nilai terkecil 2,667 terbesar 8,637, 95° di dapat hasil terkecil 2,834 terbesar 7,700.

BAB V

KESIMPULAN

1. Pada sudut pengaruh 0° untuk hasil putaran poros di dapatkan hasil nilai terendah 14,3rpm dan tertinggi 32,9rpm setelah itu pembebanan didapatkan hasil dari nilai terendah 0,112rpm dan samapai nilai tertinggi 0,353 rpm.
Pada sudut pengaruh 35° untuk hasil putaran poros di dapatkan hasil nilai terendah 24,4rpm dan tertinggi 56,5 rpm setelah itu pembebanan didapatkan hasil dari nilai terendah 0,253 rpm dan samapai nilai tertinggi 0,568 rpm.
Pada sudut pengaruh 65° untuk hasil putaran poros di dapatkan hasil nilai terendah 25,4rpm dan tertinggi 54,1 rpm setelah itu pembebanan didapatkan hasil dari nilai terendah 0,239 rpm dan samapai nilai tertinggi 0,544 rpm
Pada sudut pengaruh 95° untuk hasil putaran poros di dapatkan hasil nilai terendah 25,9 rpm dan tertinggi 36,4 rpm setelah itu pembebanan didapatkan hasil dari nilai terendah 0,241rpm dan samapai nilai tertinggi 0,382 rpm.
2. Pada torsi di dapatkan nilai maksimal untuk sudut pengaruh 0° sebesar 2,249 kg
sudut pengaruh 35° sebesar 3,618kg ,sudut pengaruh 65° sebesar 3,465 kg
sudut pengaruh 95° sebesar 2,433 kg
Pada daya turbin mendapatkan nilai maksimal untuk sudut pengaruh 0° sebesar 7,746 kg,sudut pengaruh 35° sebesar 21,397 kg,sudut pengaruh 65° sebesar 19,619 kg dan yang trakhir sudut pengaruh 95° sebesar 9,270 kg.

SARAN

Setelah di lakukan penelitian atau analisa terhadap kelebihan dan kekurangan yang perlu di perhatikan,untuk itu perlu ada saran untuk pengembangan lebih lanjut tentang kincir angin H-rotor antara lain:

- 1.Untuk lebih meningkatkan kerja kincir angin perlu dilakukan percobaan lebih lanjut dengan menggunakan listrik DC yang lebih baik dan juga bisa menggunakan generator untuk bisa menyimpn arus yang di hasilkan dari DC tersebut,penelitian selanjutnya semoga memaksimalkan hasil penelitian tentang turbin angin H-rotor sudut vertical

2. Untuk melanjutkan penelitian tentang kincir angin model vertikal di perlukan pengujian di tempat lain seperti di pantai di samping jalan raya atau di tempat lain supaya tidak terpacu dengan angin di tambak, kenapa harus di tempat lain karena untuk mengetahui kecepatan angin di tempat lain untuk mendapatkan tempat atau angin yang lebih baik dan amksimal

3. pengujian turbin angin membutuhkan waktu yang lama supaya bisa mencari kecepatan angin yang lebih baik, supaya alat yang di buat akan berfungsi dengan baik atau yang kita ingin kan, mangkanya dari itu pengujian turbin angin harus membutuhkan waktu yang lama sampai 5 hari lebih Karen untuk mencari angin yang standar sebesar 5 m/s

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Arsad Nuhannad Agus, Firman Hartono. 2009. Pembuatan Kode Desain Dan Analisis Turbin Angin Sumbu Vertical Darrieus Tipe-H. Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 7 No 2. Desember 2009. 94.
- 2) Dharma surya untung, Masherni. 2016. Pengaruh Desain Sudu Terhadap Untuk Kerja Prototype Turbin Angin Vertical Axis Savonius. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammdiyah Metro. Turbo Vol.5 No.2. 2016. 138 – 140.
- 3) Habibie Najib M, Achmad sasamito, Roni Kueniawan. 2011 Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku. Jurnal Meteorologi dan Geofisika Volume 12 nomer 2 september 2011. 182 – 183.
- 4) Hatuwe Noor Azmain. 2017. Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan Blade System Buka Tutup Arah Horizontal Terhadap Kinerja kincir Angin Poros Vertikal. Jurnal Simetrik Vol. 7 No. 2. Desember 2017. 24.
- 5) Hicary, Suwandi, Ahmad Qurthobi. 2016. Analisi Pengaruh Jumlah Sudu Pada Turbin Angin Savonius Sumbu Vertikal Terhadap Tegangan Dan Arus Didalam Proses Pengisian Akumulator. E-pro Ceeding Of Engineering Vol. 3. No. 3. Desember 2016. 4913.
- 6) Harahap Yudiansyah, Herman Sasongko. 2003. Analisis Karakteristik Distribusi Tekanan Dan Kecepatan Pada Bodi Aerodinamika Airfoil Dengan Metode Panel Dlam Fenomena Flowaround. Jurnal Teknik Mesin Vol. 5. No. 1. April 2003. 24
- 7) Marnoto Tjukup. 2011. Peningkatan Efisiensi Angin Vertikal Melalui Sistem Buka-Tutup Sirip Pada 3 Sudu. Jurnal Teknik Mesin, Volume 11, Nomor 2, Mei 2011. 124
- 8) Mulyadi Muhammad. 2014. Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD).
- 9) Sukamto. 2012. Karakteristik Turbin Angin Vertical Axis Profil Naca 0018 Dengan 3 Blade Berbantuan Guide Vane

LAMPIRAN

I.DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Didik Agung Sedayu
Jenis Kelamin : Laki-laki
Program studi : Teknik Mesin
NIM : 1511016
Tempat/tanggal lahir : Purwodadi pasuruan, 15 Desember 1994
E-mail : didikagungsedayu@gmail.com
Nomer telepon/HP : 08563103109
Riwayat Pendidikan

	SD	SMP	SMK	S-1
Nama Institusi	SDN 2 Purwodadi Pasuruan	SMPN 1 Purwodadi Pasuruan	SMK Pgri Singosari	ITN Malang
Jurusan	-	-	TKR	Teknik Mesin
Tahun masuk-lulus	2004-2009	2009-2012	2012-2013	2013-2015

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan pengajuan usulan penelitian.

Malang 12 November 2018

Didik Agung Sedayu

Menghitung Nilai Beban (W)

- Sudut pengarah 0°

a. $W = m \cdot g$
 $= 0,112 \cdot 9,8$
 $= 1,098 \text{ N}$

b. $W = m \cdot g$
 $= 0,215 \cdot 9,8$
 $= 2,107 \text{ N}$

c. $W = m \cdot g$
 $= 0,136 \cdot 9,8$
 $= 1,333 \text{ N}$

d. $W = m \cdot g$
 $= 0,148 \cdot 9,8$
 $= 1,450 \text{ N}$

e. $W = m \cdot g$
 $= 0,243 \cdot 9,8$
 $= 2,381 \text{ N}$

f. $W = m \cdot g$
 $= 0,248 \cdot 9,8$
 $= 2,430 \text{ N}$

g. $W = m \cdot g$
 $= 0,275 \cdot 9,8$
 $= 2,695 \text{ N}$

h. $W = m \cdot g$
 $= 0,353 \cdot 9,8$
 $= 3,459 \text{ N}$

- Sudut pengarah 35°

a. $W = m \cdot g$
 $= 0,253 \cdot 9,8$
 $= 2,479 \text{ N}$

b. $W = m \cdot g$
 $= 0,279 \cdot 9,8$
 $= 2,734 \text{ N}$

c. $W = m \cdot g$
 $= 0,312 \cdot 9,8$
 $= 3,058 \text{ N}$

e. $W = m \cdot g$
 $= 0,336 \cdot 9,8$
 $= 3,293 \text{ N}$

f. $W = m \cdot g$

$= 0,391 \cdot 9,8$
 $= 3,832 \text{ N}$

g. $W = m \cdot g$
 $= 425 \cdot 9,8$
 $= 4,165 \text{ N}$

d. $W = m \cdot g$
 $= 0,446 \cdot 9,8$
 $= 4,371 \text{ N}$

h. $W = m \cdot g$
 $= 0,568 \cdot 9,8$
 $= 5,566 \text{ N}$

- Sudut pengarah 65°

a. $W = m \cdot g$
 $= 0,239 \cdot 9,8$
 $= 2,342 \text{ N}$

b. $W = m \cdot g$
 $= 0,247 \cdot 9,8$
 $= 2,421 \text{ N}$

c. $W = m \cdot g$
 $= 0,258 \cdot 9,8$
 $= 2,528 \text{ N}$

d. $W = m \cdot g$

$= 0,268 \cdot 9,8$
 $= 2,262 \text{ N}$

e. $W = m \cdot g$
 $= 0,398 \cdot 9,8$
 $= 3,900 \text{ N}$

f. $W = m \cdot g$
 $= 0,401 \cdot 9,8$
 $= 3,930 \text{ N}$

g. $W = m \cdot g$
 $= 0,414 \cdot 9,8$

$$= 4,057 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } W &= m \cdot g \\ &= 0,544 \cdot 9,8 \end{aligned}$$

$$= 5,331 \text{ N}$$

- **Sudut pengarah 95°**

$$\begin{aligned} \text{a. } W &= m \cdot g \\ &= 0,241 \cdot 9,8 \\ &= 2,362 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } W &= m \cdot g \\ &= 0,250 \cdot 9,8 \\ &= 2,450 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } W &= m \cdot g \\ &= 0,252 \cdot 9,8 \\ &= 3,470 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } W &= m \cdot g \\ &= 0,282 \cdot 9,8 \\ &= 2,764 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } W &= m \cdot g \\ &= 0,345 \cdot 9,8 \\ &= 3,381 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } W &= m \cdot g \\ &= 0,361 \cdot 9,8 \\ &= 3,523 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } W &= m \cdot g \\ &= 0,369 \cdot 9,8 \\ &= 3,616 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } W &= m \cdot g \\ &= 0,382 \cdot 9,8 \\ &= 3,744 \text{ N} \end{aligned}$$

1. Menghitung Nilai Torsi (T)

- **Torsi pada sudut pengarah 0°**

$$\begin{aligned} \text{a. } T &= W \cdot b \\ &= 1,098 \cdot 0,650 \\ &= 0,713 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } T &= W \cdot b \\ &= 2,107 \cdot 0,650 \\ &= 1,370 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } T &= W \cdot b \\ &= 1,333 \cdot 0,650 \\ &= 0,866 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } T &= W \cdot b \\ &= 1,450 \cdot 0,650 \\ &= 0,943 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } T &= W \cdot b \\ &= 2,381 \cdot 0,650 \\ &= 1,548 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } T &= W \cdot b \\ &= 2,430 \cdot 0,650 \\ &= 1,580 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } T &= W \cdot b \\ &= 2,695 \cdot 0,650 \\ &= 1,752 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } T &= W \cdot b \\ &= 3,459 \cdot 0,650 \\ &= 2,249 \text{ N.m} \end{aligned}$$

- **Torsi pada sudut pengarah 35°**

$$\begin{aligned} \text{a. } T &= W \cdot b \\ &= 2,479 \cdot 0,650 \\ &= 1,612 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } T &= W \cdot b \\ &= 2,734 \cdot 0,650 \\ &= 1,777 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } T &= W \cdot b \\ &= 3,058 \cdot 0,650 \end{aligned}$$

$$= 1,987 \text{ N.m}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } T &= W \cdot b \\ &= 3,293 \cdot 0,650 \\ &= 2,140 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } T &= W \cdot b \\ &= 3,832 \cdot 0,650 \\ &= 2,491 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$$\text{f. } T = W \cdot b$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,165 \cdot 0,650 \\
 &= 2,707 \text{ N.m} \\
 \text{g. } T &= W.b \\
 &= 4,371 \cdot 0,650
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,841 \text{ N.m} \\
 \text{h. } T &= W.b \\
 &= 5,566 \cdot 0,650 \\
 &= 3,618 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

- **Torsi pada sudut pengarah 65°**

$$\begin{aligned}
 \text{a. } T &= W.b \\
 &= 2,342 \cdot 0,650 \\
 &= 1,522 \text{ N.m} \\
 \text{b. } T &= W.b \\
 &= 2,421 \cdot 0,650 \\
 &= 1,573 \text{ N.m} \\
 \text{c. } T &= W.b \\
 &= 3,528 \cdot 0,650 \\
 &= 1,643 \text{ N.m} \\
 \text{d. } T &= W.b \\
 &= 2,626 \cdot 0,650 \\
 &= 1,707 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } T &= W.b \\
 &= 3,900 \cdot 0,650 \\
 &= 2,535 \text{ N.m} \\
 \text{f. } T &= W.b \\
 &= 4,930 \cdot 0,650 \\
 &= 2,554 \text{ N.m} \\
 \text{g. } T &= W.b \\
 &= 4,057 \cdot 0,650 \\
 &= 2,637 \text{ N.m} \\
 \text{h. } T &= W.b \\
 &= 5,331 \cdot 0,650 \\
 &= 3,465 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

Torsi pada sudut pengarah 95°

$$\begin{aligned}
 \text{a. } T &= W.b \\
 &= 2,362 \cdot 0,650 \\
 &= 1,535 \text{ N.m} \\
 \text{b. } T &= W.b \\
 &= 2,450 \cdot 0,650 \\
 &= 1,593 \text{ N.m} \\
 \text{c. } T &= W.b \\
 &= 2,470 \cdot 0,650 \\
 &= 1,605 \text{ N.m} \\
 \text{d. } T &= W.b \\
 &= 2,764 \cdot 0,650 \\
 &= 1,796 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } T &= W.b \\
 &= 3,381 \cdot 0,650 \\
 &= 2,198 \text{ N.m} \\
 \text{f. } T &= W.b \\
 &= 3,538 \cdot 0,650 \\
 &= 2,300 \text{ N.m} \\
 \text{g. } T &= W.b \\
 &= 3,616 \cdot 0,650 \\
 &= 2,351 \text{ N.m} \\
 \text{h. } T &= W.b \\
 &= 3,744 \cdot 0,650 \\
 &= 2,433 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Hasil Penelitian (Aktual)

1. Menghitung Nilai Kecepatan Sudut (ω)

- **Kecepatan Sudut pada sudut pengarah 0°**

$$\begin{aligned} \text{a. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 14,3}{60} \\ &= 1,497 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17,7}{60} \\ &= 1,853 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 19,6}{60} \\ &= 2,051 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 20,3}{60} \\ &= 2,4125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 21,3}{60} \\ &= 2,282 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 23,1}{60} \\ &= 2,418 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 26,6}{60} \\ &= 2,784 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 32,9}{60} \\ &= 3,444 \end{aligned}$$

- **Kecepatan Sudut pada sudut pengarah 35°**

$$\begin{aligned} \text{a. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 24,4}{60} \\ &= 2,554 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 29,5}{60} \\ &= 3,088 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 34,7}{60} \\ &= 3,632 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 37,2}{60} \\ &= 3,894 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 37,9}{60} \\ &= 3,967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 41,1}{60} \\ &= 4,302 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 43,2}{60} \\ &= 4,522 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 56,5}{60} \\ &= 5,914 \end{aligned}$$

- **Kecepatan Sudut pada sudut pengarah 65°**

$$\begin{aligned} \text{a. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25,4}{60} \\ &= 2,659 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 26,6}{60} \\ &= 2,805 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 27,1}{60} \\ &= 2,816 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 28,7}{60} \\ &= 3,119 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 38,6}{60} \\ &= 4,040 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 39,3}{60} \\ &= 4,113 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 40,6}{60} \\ &= 4,249 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 54,1}{60} \\ &= 5,662 \end{aligned}$$

- **Kecepatan Sudut pada sudut pengarah 95°**

$$\begin{aligned} \text{a. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25,9}{60} \\ &= 2,711 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 26,8}{60} \\ &= 2,805 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 26,9}{60} \\ &= 2,816 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 29,8}{60} \\ &= 3,119 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 32,1}{60} \\ &= 3,360 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 34,1}{60} \\ &= 3,569 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 34,9}{60} \\ &= 3,653 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 36,4}{60} \\ &= 4,810 \end{aligned}$$

2. Menghitung Nilai Daya Poros (P)

- Daya Poros pada sudut pengarah 0°

$$\begin{aligned} \text{a. } P &= T \cdot \omega \\ &= 0,713 \cdot 0,650 \\ &= 1,067 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1370 \cdot 0,650 \\ &= 2,539 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P &= T \cdot \omega \\ &= 0,866 \cdot 0,650 \\ &= 1,776 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P &= T \cdot \omega \\ &= 0,943 \cdot 0,650 \\ &= 2,004 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,548 \cdot 0,650 \\ &= 3,533 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,580 \cdot 0,650 \\ &= 3,820 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,752 \cdot 0,650 \\ &= 4,848 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,249 \cdot 0,650 \\ &= 7,746 \text{N.m} \end{aligned}$$

- Daya Poros pada sudut pengarah 35°

$$\begin{aligned} \text{a. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,612 \cdot 0,650 \\ &= 4,117 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,777 \cdot 0,650 \\ &= 5,487 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,987 \cdot 0,650 \\ &= 7,217 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,140 \cdot 0,650 \\ &= 8,333 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,491 \cdot 0,650 \\ &= 9,882 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,702 \cdot 0,650 \\ &= 11,6461 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,841 \cdot 0,650 \\ &= 12,847 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } P &= T \cdot \omega \\ &= 3,618 \cdot 0,650 \\ &= 21,397 \text{N.m} \end{aligned}$$

- Daya Poros pada sudut pengarah 65°

$$\begin{aligned} \text{a. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,522 \cdot 0,650 \\ &= 4,047 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,573 \cdot 0,650 \\ &= 4,412 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,643 \cdot 0,650 \\ &= 4,627 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,707 \cdot 0,650 \\ &= 5,342 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,535 \cdot 0,650 \\ &= 10,241 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,554 \cdot 0,650 \\ &= 10,505 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,637 \cdot 0,650 \\ &= 11,205 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } P &= T \cdot \omega \\ &= 3,465 \cdot 0,650 \\ &= 19,619 \text{N.m} \end{aligned}$$

- **Daya Poros pada sudut pengarah 95°**

$$\begin{aligned} \text{a. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,535 \cdot 0,650 \\ &= 4,161 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,593 \cdot 0,650 \\ &= 4,468 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,605 \cdot 0,650 \\ &= 4,520 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P &= T \cdot \omega \\ &= 1,796 \cdot 0,650 \\ &= 5,602 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,198 \cdot 0,650 \\ &= 7,385 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,300 \cdot 0,650 \\ &= 8,209 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,351 \cdot 0,650 \\ &= 8,588 \text{N.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } P &= T \cdot \omega \\ &= 2,433 \cdot 0,650 \\ &= 9,270 \text{N.m} \end{aligned}$$

Perhitungan Hasil Pengelolah Data

3.6.1 Menghitung Daya Total Angin

- **sudut pengarah 0°**

$$\begin{aligned} \text{a. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,58^3}{2 \cdot 1} \\ &= 3,220 \text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,61^3}{2 \cdot 1} \\ &= 3,334 \text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,87^3}{2 \cdot 1} \\ &= 4,432 \text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,94^3}{2 \cdot 1} \\ &= 4,765 \text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,13^3}{2 \cdot 1} \\ &= 5,750 \text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,22^3}{2 \cdot 1} \\ &= 6,260 \text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{g. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\
&= \frac{1,25.0,3.3,36^3}{2.1} \\
&= 7,112\text{w}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{h. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\
&= \frac{1,25.0,3.3,78^3}{2.1} \\
&= 10,127\text{w}
\end{aligned}$$

-

sudut pengarah 35°

$$\begin{aligned}\text{a. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,37^3}{2 \cdot 1} \\ &= 7,176 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,84^3}{2 \cdot 1} \\ &= 10,617 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,08^3}{2 \cdot 1} \\ &= 12,734 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,18^3}{2 \cdot 1} \\ &= 13,694 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{e. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,26^3}{2 \cdot 1} \\ &= 14,495 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{f. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,79^3}{2 \cdot 1} \\ &= 20,607 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,95^3}{2 \cdot 1} \\ &= 22,741 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{h. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 5,38^3}{2 \cdot 1} \\ &= 29,198 \text{w}\end{aligned}$$

-

sudut pengarah 65°

$$\begin{aligned}\text{a. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,42^3}{2 \cdot 1} \\ &= 7,500 \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,68^3}{2 \cdot 1} \\ &= 8,675 \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,68^3}{2 \cdot 1} \\ &= 9,344 \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,72^3}{2 \cdot 1} \\ &= 9,344, \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{e. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,38^3}{2 \cdot 1} \\ &= 15,755 \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{f. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,49^3}{2 \cdot 1} \\ &= 16,972 \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,74^3}{2 \cdot 1} \\ &= 19,968 \text{ w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{h. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 5,06^3}{2 \cdot 1} \\ &= 24,291 \text{ w}\end{aligned}$$

-

sudut pengarah 95°

$$\begin{aligned}\text{a. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,49^3}{2 \cdot 1} \\ &= 7,970 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,62^3}{2 \cdot 1} \\ &= 8,895 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,69^3}{2 \cdot 1} \\ &= 9,421 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,74^3}{2 \cdot 1} \\ &= 9,809 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{e. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,81^3}{2 \cdot 1} \\ &= 10,370 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{f. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,86^3}{2 \cdot 1} \\ &= 10,784 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,87^3}{2 \cdot 1} \\ &= 10,868 \text{w}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{h. } P_{\text{tot}} &= \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2 \cdot g} \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,11^3}{2 \cdot 1} \\ &= 13,017 \text{w}\end{aligned}$$

3.6.2 Menghitung Daya maksimal Angin

- sudut pengarah 0°

$$\begin{aligned} \text{a. } P_{\max} &= \frac{8}{27gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,58^3 \\ &= 1,908 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P_{\max} &= \frac{8}{27gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,61^3 \\ &= 1,976 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,87^3 \\ &= 2,627 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 2,94^3 \\ &= 2,824 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,13^3 \\ &= 3,407 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,22^3 \\ &= 3,710 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,36^3 \\ &= 4,215 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,78^3 \\ &= 6,001 \text{ w} \end{aligned}$$

- sudut pengarah 35°

$$\begin{aligned} \text{a. } P_{\max} &= \frac{8}{27gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,37^3 \\ &= 4,253 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,84^3 \\ &= 6,291 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,08^3 \\ &= 7,546 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P_{\max} &= \frac{8}{27gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,26^3 \\ &= 8,590 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,79^3 \\ &= 12,211 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot gc} \rho \cdot A \cdot v^3 \\ &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,95^3 \\ &= 13,476 \text{ w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27} \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,18^3 \\
 &= 8,115 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 5,38^3 \\
 &= 17,302 \text{ w}
 \end{aligned}$$

- sudut pengarah 65°

$$\begin{aligned}
 \text{a. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,42^3 \\
 &= 4,445 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,62^3 \\
 &= 5,141 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,68^3 \\
 &= 5,537 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,72^3 \\
 &= 5,7200 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,38^3 \\
 &= 9,336 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,49^3 \\
 &= 10,058 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,74^3 \\
 &= 11,833 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 5,06^3 \\
 &= 14,395
 \end{aligned}$$

- sudut pengarah 95°

$$\begin{aligned}
 \text{a. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,49^3 \\
 &= 4,723 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } P_{\max} &= \frac{8}{27.gc} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,62^3 \\
 &= 5,271 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } P_{\max} &= \frac{8}{27} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,74^3 \\
 &= 5,813 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. } P_{\max} &= \frac{8}{27} \rho.A.v^3 \\
 &= \frac{8}{27.1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,81^3 \\
 &= 6,145 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot g_c} \rho \cdot A \cdot v^3 \\
 &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,69^3 \\
 &= 5,583 \text{ w} \\
 \text{d. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot g_c} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,39^3 \\
 &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,39^3 \\
 &= 4,329 \text{ w}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot g_c} \rho \cdot A \cdot v^3 \\
 &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 3,86^3 \\
 &= 5,813 \text{ w} \\
 \text{h. } P_{\max} &= \frac{8}{27 \cdot g_c} \rho \cdot A \cdot v^3 \\
 &= \frac{8}{27 \cdot 1} \cdot 1,25 \cdot 0,3 \cdot 4,11^3 \\
 &= 7,714 \text{ w}
 \end{aligned}$$

3.6.3 Menghitung Koefisien Daya Angin

- sudut pengarah 0°

$$\begin{aligned}
 \text{a. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{1,908}{3,220} \\
 &= 0,593 \\
 \text{b. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{1,976}{3,334} \\
 &= 0,593 \\
 \text{c. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{2,627}{4,432} \\
 &= 0,593 \\
 \text{d. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{2,824}{4,765} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{3,407}{5,750} \\
 &= 0,593 \\
 \text{f. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{3,710}{6,260} \\
 &= 0,593 \\
 \text{g. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{4,215}{7,112} \\
 &= 0,593 \\
 \text{h. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{6,001}{10,127} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

Sudut pengarah 35°

$$\begin{aligned}\text{a. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{4,253}{7,176} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{6,291}{10,617} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{7,546}{12,734} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{8,115}{13,694} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{e. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{8,590}{14,495} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{f. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{12,211}{20,607} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{13,476}{22,741} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{h. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{17,302}{29,198} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

- sudut pengarah 65°

$$\begin{aligned}\text{a. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{17,302}{29,198} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{4,445}{7,500} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{5,141}{8,675} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{d. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{5,537}{9,344} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{e. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{5,720}{9,652} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{f. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{9,336}{15,755} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\ &= \frac{10,058}{16,972} \\ &= 0,593\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} &= 0,593 \\
 &= \frac{11,833}{19,968}
 \end{aligned}$$

- sudut pengarah 95°

$$\begin{aligned}
 \text{a. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{14,395}{24,291} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{4,723}{7,970} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{5,271}{8,895} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{5,583}{9,421} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{5,813}{9,809} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{6,145}{10,370} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{6,440}{10,868} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. } C_p &= \frac{P_{\max}}{P_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{7,714}{13,017} \\
 &= 0,593
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya sesungguhnya

- sudut pengarah 0°

a. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 3,220 \cdot 0,6$
 $= 1,145\text{w}$

b. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 3,334 \cdot 0,6$
 $= 1,185\text{w}$

c. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 4,432 \cdot 0,6$
 $= 1,576\text{w}$

d. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 54,765 \cdot 0,6$
 $= 1,694\text{w}$

e. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 5,750 \cdot 0,6$
 $= 2,044\text{w}$

f. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 6,260 \cdot 0,6$
 $= 2,226\text{w}$

g. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 7,112 \cdot 0,6$
 $= 2,529\text{w}$

h. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 10,127 \cdot 0,6$
 $= 3,601\text{w}$

- sudut pengarah 35°

a. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 7,176 \cdot 0,6$
 $= 2,552\text{w}$

b. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 10,617 \cdot 0,6$
 $= 3,775\text{w}$

c. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 12,734 \cdot 0,6$
 $= 4,528\text{w}$

d. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 13,694 \cdot 0,6$
 $= 4,869\text{w}$

e. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 14,495 \cdot 0,6$
 $= 5,154\text{w}$

f. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 20,607 \cdot 0,6$
 $= 7,327\text{w}$

g. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 22,741 \cdot 0,6$
 $= 8,086\text{w}$

h. $P = \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6$
 $= 0,593 \cdot 29,198 \cdot 0,6$
 $= 10,381\text{w}$

- sudut pengarah 65°

$$\begin{aligned} \text{a. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 7,500 \cdot 0,6 \\ &= 2,667\text{w} \\ \text{b. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 8,675 \cdot 0,6 \\ &= 3,085\text{w} \\ \text{c. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 9,344 \cdot 0,6 \\ &= 3,322\text{w} \\ \text{d. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 9,652 \cdot 0,6 \\ &= 3,432\text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 15,755 \cdot 0,6 \\ &= 5,602\text{w} \\ \text{f. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 16,972 \cdot 0,6 \\ &= 6,035\text{w} \\ \text{g. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 19,968 \cdot 0,6 \\ &= 7,100\text{w} \\ \text{h. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 24,291 \cdot 0,6 \\ &= 8,637\text{w} \end{aligned}$$

- sudut pengarah 95°

$$\begin{aligned} \text{a. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 7,970 \cdot 0,6 \\ &= 2,834\text{w} \\ \text{b. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 8,895 \cdot 0,6 \\ &= 3,163\text{w} \\ \text{c. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 9,421 \cdot 0,6 \\ &= 2,932\text{w} \\ \text{d. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 9,809 \cdot 0,6 \\ &= 3,488\text{w} \\ \text{e. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 10,370 \cdot 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3,687\text{w} \\ \text{f. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 10,784 \cdot 0,6 \\ &= 3,834\text{w} \\ \text{g. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 10,868 \cdot 0,6 \\ &= 3,864\text{w} \\ \text{h. } P &= \eta \cdot P_{\text{tot}} \cdot 0,6 \\ &= 0,593 \cdot 13,017 \cdot 0,6 \\ &= 4,628\text{w} \end{aligned}$$

IV. DOKUMEN KEGIATAN

IV – 1. Pembuatan NACA 4418

Pembentukan Naca4418



Naca yang sudah jadi

Perakitan naca 4418



Pelapisan naca 4418 siap di pakai



IV – 2. Pembuatan turbin



Bahan yang digunakan Besi hollow



Dudukan turbin uda jadi



Pengukuran yang akan dipotong



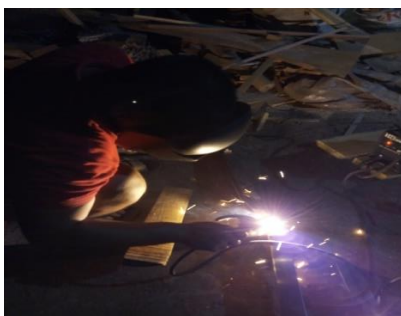
Proses pengecatan kaki turbin



Proses pembuatan kedudukan bearing



lengan turbin yang sudah jadi



Peroses pengelasan

Pengujian alat yang saya buat



Dudukan uda di siapan



Semua sudah terpasangan dengan baik



Uda siap melakukan pengujian atau mencari kecepatan angin